VOL. LXIV Dicembre 1977 N. 12

L'ELETTROTECNICA

RIVISTA GENERALE DI ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA
ATTI DELLA AEI E DEL CEI

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

Direttore: PIERO REGOLIOSI

Comitato di Redazione:

Redattori: F. BAROZZI - L. BONAVOGLIA - A. LEPSCHY - G. MONTI GUARNIERI - L. PARIS - G. QUILICO G. RICCA - R. SARTORI - G. SAVASTANO - F. SCILLIERI - G. SILVA

Collaboratori: L. ARZONE - A. BANDINI BUTI - G. PAGLIARI

Proprietaria ed Editrice: Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana.
Pubblicazione ufficiale della Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana (AEI) e del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI)
Comitato per le pubblicazioni AEI: A. M. Angelini, F. Bianchi di Castelbianco, L. Dadda, G. Dal Monte, N. Faletti, E. Gatti, A. Gigli, P. Lombardi, M. Moretti, P. Peterlongo, P. Regoliosi, G. Ricca, R. Sartori, G. Someda, F. Tedeschi.
Direttore responsabile: G. Ricca.
Segretaria di Redazione: L. Tinè.
La rivista è pubblicata col concorso del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

SOMMARIO

	Pag.
PARTE PRIMA	
Note di Redazione	944
Abstracts e sunti italiani	946
Discorso del Presidente Generale prof. Dadda alla seduta inaugurale della 78ª Riunione Annuale. Como, 18 settembre 1977	947
Celebrazione di Alessandro Volta (E. GATTI)	949
Materiali conduttori (D. PAGANI)	959
Materiali semiconduttori (E. DE CASTRO)	965
Materiali dielettrici (D. PAGANI)	969
Materiali magnetici (G. BIORCI)	975
Dall'Industria	977
Relazioni di Congressi e Mostre	978
Notizie e Informazioni	981
Libri e Pubblicazioni	987
Volumi Ricevuti	987
Sunti di « Alta Frequenza »	989
Nuovi Prodotti	991
Brevetti	992
Calendario delle manifestazioni	993
PARTE SECONDA	
Turboalternatori con avvolgimenti di eccitazione superconduttivi (A. MORINI)	1001
La scelta automatica della rappresentazione analitica ottimale delle curve di prima magnetizzazione dei materiali ferromagnetici (E. CHIRICOZZI - S. FRANCO)	1021
Notizie Sociali dell'AEI	1027
Notizie Sociali del CEI	1047
Necrologi: ing. Hans Wolf Stawsky, prof. ing. Maurizio Federici	1054
PARTE TERZA	
Documentazione (Sunti e Sommari)	53 D

AVVERTENZE AGLI AUTORI — I contributi degli Autori sono graditi purchè rientrino nelle seguenti categorie:
— *Articoli di rassegna o di divulgazione scientifica,* destinati ad aggiornare i lettori su argomenti particolari, o ad esporre in modo largamente accessibile argomenti di base.
— *Articoli originali scientifici e tecnici,* relativi a studi e ricerche di tipo applicativo aventi carattere di attualità.
— *Lettere*: Comunicazioni critiche su lavori pubblicati; brevi note tecniche su ricerche compiute e sulla soluzione di problemi particolari; proposte di nuove ricerche.
— *Dall'Industria*: Relazioni sull'attività di Industrie o Enti di esercizio, particolari realizzazioni di vasto interesse.
Tutto il materiale è sottoposto ad esame da parte della Redazione. I manoscritti, in duplice copia, vanno inviati a «L'Elettrotecnica», Viale Monza, 259, 20 126 Milano e dovranno indicare, per esteso, nome, cognome, ente di appartenenza o indirizzo personale dell'Autore. Al fine del conferimento dei Premi AEI, agli Autori Soci dell'AEI è anche richiesta l'indicazione della data di nascita e della Sezione AEI di appartenenza. Per la stesura degli articoli si consiglia di attenersi alle « Raccomandazioni agli Autori » che possono essere richieste alla Redazione, e sono pubblicate sul fascicolo 1 di ogni anno.

Note di Redazione

Echi della LXXVIII Riunione Annuale

La nostra 78ª Riunione Annuale si è svolta quest'anno a Como, nel periodo dal 18 al 23 settembre, come preannunciato, ed ha avuto un lusinghiero successo di presenze, di memorie e di discussioni.

Riportiamo la cronaca completa della Riunione nella seconda parte della rivista, dopo i due articoli tecnici. Nelle prime pagine riferiamo invece i discorsi tenuti nella seduta d'apertura dal Presidente Generale, prof. Luigi Dadda, e dal prof. Emilio Gatti, in commemorazione di Alessandro Volta, e le relazioni generali sui quattro argomenti in cui si suddivideva il tema della Riunione, tenute, all'inizio dei lavori, dai proff. Giuseppe Biorci (Materiali magnetici), Ercole De Castro (Materiali semiconduttori) e Dante Pagani (Materiali conduttori e Materiali dielettrici).

Nella rubrica « Atti dell'AEI » riportiamo infine i verbali del Consiglio Generale e della Assemblea d'Autunno, tenutisi a Como, l'uno all'inizio e l'altra alla fine della Riunione, e la cronaca della Tavola Rotonda organizzata dal Gruppo Televisione e Videonica.

Nel discorso di apertura il prof. Dadda, dopo aver porto il suo cordiale benvenuto ai presenti ed aver ringraziato i Soci per la sua recente nomina a Presidente dell'Associazione, ha ricordato le benemerenze dell'AEI nel campo scientifico e tecnico, e lo spirito di amicizia che ne costituisce il prezioso cemento. Ha ricordato poi Alessandro Volta, nel cui nome noi ci siamo quest'anno riuniti appunto a Como, e ringraziato in particolare il Sindaco, avv. Spallino, per la considerazione in cui ha voluto tenere la nostra Associazione, nel quadro delle celebrazioni voltiane.

Speciali ringraziamenti ha rivolto infine all'ENEL, che ha arricchito l'interesse della nostra Riunione allestendo una mostra che spazia dall'elettrologia prevoltiana ai nostri giorni, e la TV Svizzera, che è presente con un film sulla vita di Alessandro Volta, uomo e scienziato.

Ha ricordato da ultimo il tema generale della Riunione e quello della Tavola Rotonda che, coordinata dal prof. Cappuccini, ha riscosso molto interesse.

Prendendo lo spunto da questa, il prof. Dadda ha sottolineato ancora una volta l'utilità del sorgere, in seno all'Associazione, di Gruppi Specialistici, da cui l'AEI si attende nuovi impulsi e nuove linfe vitali.

Il discorso del prof. Emilio Gatti, ampio e documentato, ha preso l'avvio dall'elettrologia prevoltiana, limitata alle conoscenze di alcuni fenomeni dell'elettricità statica, spesso vaghe e male interpretate; sono in questo campo anche gli studi iniziali del Volta, studi che egli ha intrappreso e portato avanti con molta acutezza e grande rigore; con lui nascono il concetto, a noi oggi familiare, di « tensione » e, quasi completamente, quello di « capacità » e nasce l'elettrometria. Scrive egli infatti nel 1792: « Come si valuteranno le cause se non si determina la qualità e l'intensità degli effetti? » e su questa strada egli svolse un lungo e proficuo lavoro.

Ma, parallelamente, il Volta rivolge la sua attenzione alla elettricità animale, mostrando di aver in proposito idee chiarissime; non può dirsi animale, scrive, l'elettricità che si ottiene fregando il dorso di un gatto, mentre è causato da elettricità animale la « scossa » prodotta dalla torpedine marina e dai gimnoti. Con questa preparazione egli studia il fenomeno, scoperto e illustrato nel 1791 dal Galvani, delle convulsioni prodotte su una rana scorticata dal contatto con un archetto metallico; ne nasce una polemica col Galvani sulla interpretazione del fenomeno, polemica che spinge il Volta ad affinare le sue idee ed i suoi esperimenti e che lo parta alla sua grande scoperta: la pila. Con la pila viene dato all'umanità, per la prima volta, il mezzo per produrre « la corrente di fluido elettrico » (per dirla con le sue parole) e nascono la elettrodinamica e l'elettromagnetismo, dai quali ha preso l'avvio la moderna elettrotecnica.

Per la scoperta della pila sono venuti al Volta alti riconoscimenti di Scienziati e di Accademie di tutto il mondo; Napoleone lo nominò Senatore del Regno di Italia, nel 1809, e conte, nel 1814; ma questi giusti riconoscimenti non hanno mai influito sulla sua naturale umiltà.

Dopo altre ricerche intese a perfezionare la pila e ad interpretare i fenomeni ad essa connessi, nel 1819, non più sorretto dalla salute, egli si è ritirato nella sua Como, dedicandosi alle pratiche religiose, nella fede cattolica in cui era stato educato e che aveva coltivato per tutta la vita. E qui è morto il 5 marzo 1827, all'età di 82 anni.

I discorsi dei Relatori Generali fanno il punto, ciascuno per il proprio settore, dell'attuale situazione dei Materiali per usi elettrotecnici, sottolineando i loro aspetti più recenti e le novità più interessanti; esaminano poi l'insieme delle memorie a loro affidate, per ricavarne quali sono, nel campo vastissimo dei materiali, gli attuali indirizzi di ricerca scientifica e di produzione tecnologica.

Per la LXXIX Riunione Annuale

I temi della 79ª Riunione Annuale, e i relativi sottotemi, nella loro edizione definitiva, sono riportati a pag. 964; a costo di riperterci, ricordiamo ancora una volta che, per necessità organizzative, i titoli e un breve riassunto delle Memorie proposte per la Riunione ci devono pervenire entro il 31 gennaio 1978 e che i testi definitivi, completi di figure, didascalie e bibliografia, ci devono pervenire entro il 15 maggio 1978, scritti a macchina su fogli inviati dalla Redazione e non più modificabili.

La scelta automatica della rappresentazione analitica ottimale delle curve di prima magnetizzazione dei materiali ferromagnetici

La ricerca di un'espressione analitica che possa rappresentare la curva di prima magnetizzazione di un materiale magnetico è stata oggetto in passato di vari tentativi e parecchie sono state le soluzioni proposte, soluzioni che richiedono, a seconda del tipo di equazione scelta a rappresentare la curva, la determinazio-

ne, attraverso ricerche sperimentali, di due o più parametri legati al materiale considerato.

Tuttavia la necessità di perfezionare la rappresentazione della curva per il progetto di macchine sempre più potenti e la introduzione dei calcolatori elettronici hanno indotto alcuni ricercatori a riprendere di recente l'argomento ed a proporre vie nuove, più sofisticate, ma in grado di fornire risultati più precisi.

Abbiamo avuto perciò di recente una memoria (la n. 86 di Battistelli, Mongelluzzo e Murolo), presentata alla Riunione Annuale di Como, e ne pubblichiamo un'altra sull'attuale numero della rivista. Gli autori E. Chiricozzi *e* S. Franco *presentano un metodo, che consente la scelta automatica della rappresentazione analitica ottimale della curva di prima magnetizzazione dei materiali magnetici, studiato nell'intento di rappresentare con una sola funzione l'intero campo di variazione della induzione, di non introdurre errori maggiori di quelli con cui vengono garantiti i valori sperimentali di* B *e di* H *che sono alla base del calcolo, e infine di rendere minimo il tempo di calcolo. Del programma di calcolo vengono illustrati lo schema logico generale e lo schema particolareggiato di uno dei blocchi; vengono poi riportati i risultati del confronto, effettuato su tre materiali e per tre tipi di funzioni analitiche, fra le curve rilevate sperimentalmente per intero e quelle calcolate secondo il procedimento indicato, in base a pochi punti sperimentali.*

Il confronto mostra la bontà del metodo; interessante notare che, almeno per i tipi di materiale sperimentato (Armco M4, M5 e M6), la funzione che dà i migliori risultati di calcolo è la più semplice: $B = a H^b$.

Turboalternatori con avvolgimenti di eccitazione superconduttivi.

La richiesta di potenze unitarie sempre maggiori, legata al minore costo specifico della turbina e dell'alternatore, trova un limite nella realizzazione di turboalternatori convenzionali di potenza superiore ai 1 300 ÷ 1 800 MVA, *sia per ragioni termiche e meccaniche sia per le dimensioni e i pesi raggiunti da tali macchinari. Valori più elevati sembrano raggiungibili con turboalternatori dotati di avvolgimenti di eccitazione superconduttivi; perciò in questi ultimi* 10-15 *anni si sono andati sviluppando studi ed esperienze intesi alla loro realizzazione e la bibliografia riportata in proposito nell'articolo dà un'indicazione della vastità delle ricerche; anche in Italia l'argomento è oggetto di largo interesse; in particolare ad esso si dedica un gruppo di lavoro sorto per iniziativa della Soc. Ansaldo e del Gruppo Macchine Elettriche del CNR. L'autore dell'articolo* A. Morini *fa il punto della situazione in argomento, descrivendo prototipi sperimentali già costruiti e sottolineando gli aspetti fondamentali di queste macchine per molti versi nuovissime.*

Tali macchine hanno l'avvolgimento di rotore costituito da materiale superconduttivo (fili di una lega niobio-titanio o del composto Nb_3Sn *di niobio e stagno) mantenuto alla temperatura di* 4,2 K *dalla circolazione di elio liquido; questo avvolgimento è pressochè privo di resistenza ohmica e permette perciò di raggiungere densità di corrente molto elevate e di ottenere densità di flusso di* 4-6 Wb/m^2, *ciò che rende superflua la presenza di materiale ferromagnetico sia nel rotore sia nello statore. Il peso ed il volume di una macchina progettata per* 1 200 MVA *si ridurrebbe di conseguenza al* 25 ÷ 50% *dei corrispondenti valori riferiti ad una macchina convenzionale e il rendimento potrebbe essere di un* 0,5 ÷ 0,6% *superiore.*

L'articolo descrive in dettaglio la struttura di progetto del nuovo tipo di macchina e fornisce uno schema di calcolo e i valori dei principali parametri ottenibili; il vantaggio principale del nuovo tipo di macchina sta soprattutto nella possibilità di superare il limite di potenza sopra ricordato; dal punto di vista economico, dato che si tratta per ora di progetti (i prototipi sono di appena qualche migliaio di chilowatt) è ancora prematuro avanzare conclusioni.

La Redazione

Riassunti degli articoli pubblicati nel fascicolo

L. Dadda — **Discorso del Presidente Generale alla seduta inaugurale della LXXVIII Riunione Annuale AEI.** Como, 18 settembre 1977. (« L'Elettrotecnica », dicembre 1977, LXIV, da pag. 947 a pag. 948).

E. Gatti — **Celebrazione di Alessandro Volta. LXXVIII Riunione Annuale AEI.** Como, 18 settembre 1977. (« L'Elettrotecnica », dicembre 1977, LXIV, da pag. 949 a pag. 958).

D. Pagani — **Materiali conduttori. Relazione Generale alla LXXVIII Riunione Annuale AEI.** Como, 18 settembre 1977. (« L'Elettrotecnica », dicembre 1977, LXIV, da pag. 959 a pag. 963).

E. De Castro — **Materiali semiconduttori. Relazione Generale alla LXXVIII Riunione Annuale AEI.** Como, 18 settembre 1977. (« L'Elettrotecnica », dicembre 1977, LXIV, da pag. 965 a pag. 968).

D. Pagani — **Materiali dielettrici. Relazione Generale alla LXXVIII Riunione Annuale AEI.** Como, 18 settembre 1977. (« L'Elettrotecnica », dicembre 1977, LXIV, da pag. 969 a pag. 973).

G. Biorci — **Materiali magnetici. Relazione Generale alla LXXVIII Riunione Annuale AEI.** Como, 18 settembre 1977. (« L'Elettrotecnica », dicembre 1977, LXIV, da pag. 975 a pag. 976).

A. Morini — **Turboalternatori con avvolgimenti di eccitazione superconduttivi.** (« L'Elettrotecnica », dicembre 1977, LXIV, da pag. 1001 a pag. 1019).

Nella nota vengono messe in evidenza le principali caratteristiche di tali macchine e sono presi in esame i problemi fondamentali connessi alla loro realizzazione, alla luce anche dei modelli sperimentali già costruiti. Vengono infine fornite alcune indicazioni e soluzioni proposte per le costruzioni future nonchè le relazioni analitiche fondamentali.

E. Chiricozzi - S. Franco — **La scelta automatica della rappresentazione analitica ottimale delle curve di prima magnetizzazione dei materiali ferromagnetici.** (« L'Elettrotecnica », dicembre 1977, LXIV, da pag. 1021 a pag. 1026).

L'articolo presenta un semplice metodo che consente la scelta automatica della rappresentazione analitica ottimale della curva di prima magnetizzazione di diversi tipi di materali ferromagnetici.

Come criterio di valutazione per la scelta ottimale gli autori fanno riferimento al concetto di fattore di merito in stretta relazione al suo significato fisico e all'introduzione di « punti base » scelti in funzione del numero delle costanti da determinare.

Il metodo viene illustrato applicandolo ad alcuni tipi di materiali ferromagnetici.

Abstracts of the papers appearing in this issue

Speech held by prof. Dadda at the opening ceremony of the LXXVIII AEI Annual Meeting. Como, September 18, 1977. (« L'Elettrotecnica », December 1977, LXIV, p. 947÷948).

E. Gatti — **Alessandro Volta Celebration.** LXXVIII AEI Annual Meeting. Como, September 18, 1977. (« L'Elettrotecnica », December 1977. LXIV, p. 949 ÷ 958).

D. Pagani — **Conductor Materials.** General Report at the LXXVIII AEI Annual Meeting. Como, September 18, 1977. (« L'Elettrotecnica », December 1977, LXIV, p. 959÷963).

E. De Castro — **Semiconductor materials.** General Report at the LXXVIII AEI Annual Meeting. Como, September 18, 1977. (« L'Elettrotecnica », December 1977, LXIV, p. 965 ÷ 968).

D. Pagani — **Dielectric Materials.** General Report at the LXXVIII AEI Annual Meeting. Como, September 18, 1977. (« L'Elettrotecnica », December 1977, LXIV, p. 969 ÷ 973).

G. Biorci — **Magnetic Materials.** General Report at the LXXVIII AEI Annual Meeting. Como, September 18 1977. (« L'Elettrotecnica », December 1977, LXIV, p. 975 ÷ 976).

A. Morini — **Superconducting turbogenerators.** (« L'Elettrotecnica », December 1977, LXIV, p. 1001 ÷ 1019).

In the paper the feasibility of large superconducting alternators is evaluated and their potential advantages and limitations are identified. The main characteristics of design and construction of such machines at the present state-of--art are emphasized. The general conclusions resulting from the experimental prototypes are that superconducting turbogenerators should be realizable advantageously and there are no fundamental problems that exclude the extension of present experience to larger generators, also if a large amount of work remains to be done in design optimization, experimental verification and economic evaluation.

E. Chiricozzi - S. Franco — **The automatic choice of optimal analytical representation of magnetization curves of ferromagnetic materials.** (« L'Elettrotecnica », December 1977, LXIV, p. 1021 ÷ 1026).

The paper presents a simple method which enables the automatic choice of optimal analytical representation of magnetization curves for many types of ferromagnetic materials.

As estimation's criteria for the selection the authors have referred to the factor of merit and to the introduction of the « base points » selected in relation to the number of constants which must be determined.

The method is applied to some types of magnetic materials.

Discorso del Presidente Generale prof. Dadda alla seduta inaugurale della 78ª Riunione Annuale

Como, 18 *settembre* 1977

Autorità, signore e signori, cari amici e consoci,

sono onorato e lieto di porgere a tutti voi il più cordiale benvenuto a Como, per la 78ª Riunione annuale dell'AEI, Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana.

E' la prima occasione che mi si offre, come Presidente generale neo-eletto, l'occasione di rivolgermi ai miei consoci, ed i graditi ospiti ed invitati non me ne vorranno se mi rivolgo innanzitutto ad essi, per ringraziarLi dell'onore fattomi nel volermi a capo di questa gloriosa Associazione.

La responsabilità di custodire e sviluppare il patrimonio di cultura, di prestigio, ed anche di amicizia e solidarietà che questa Associazione ha saputo accumulare in così lunga vita mi farebbe dubitare di essere capace di svolgere degnamente il compito di Presidente generale, se non sapessi di poter contare sulla intensa ed appassionata opera di tanti collaboratori ed amici.

Una Associazione come l'AEI ha dimostrato la sua validità per aver saputo catalizzare, ed efficacemente, lo studio e le applicazioni della elettrotecnica ed elettronica, attraverso le Riunioni annuali, le Riviste, le attività culturali delle sezioni e quelle dei gruppi specialistici. La sua validità si manifesta però anche per lo spirito di amicizia e di solidarietà che si è stabilito tra i suoi membri, tanto da farne una vera e propria famiglia.

Mi sento di insistere su questo aspetto, proprio in una epoca che ha teso a distruggere questi sentimenti, per affermare che essi sono un prezioso patrimonio di umanità da difendere ed accrescere.

Tale spirito non è peraltro valido solo sotto l'aspetto umano, ma indirettamente contribuisce agli scopi istituzionali, per il legame efficace che così si attua tra i diversi protagonisti della scienza e tecnologia elettriche, e cioè i tecnici e ricercatori delle industrie manifatturiere, quelli addetti agli impianti ed ai servizi e quelli operanti nel mondo della ricerca, ed in quello della università e della scuola in generale.

Nello spirito d'amicizia e fraterna solidarietà che anima i soci dell'AEI sono lieto di rinnovare il benvenuto ai nostri illustri ospiti, e di esprimere ad essi tutti il più vivo ringraziamento per avere voluto onorare con la loro presenza questa nostra manifestazione.

La nostra Associazione ha lo scopo statutario di promuovere lo studio e le applicazioni dell'elettrotecnica e dell'elettronica, e la Riunione Annuale, con la trattazione di argomenti specialistici di largo respiro e di grande attualità, costituisce uno dei momenti principali della nostra attività culturale. La collezione dei Rendiconti delle 77 riunioni annuali già svolte testimonia dei progressi dell'elettrotecnica e dell'elettronica, e dei contributi che i nostri laboratori di ricerca e la nostra industria hanno saputo apportare.

Siamo consci per tali motivi del fatto che l'AEI, tramite la sua funzione di stimolazione e catalisi dell'attività scientifica ed industriale, ha svolto un insostituibile ruolo nello sviluppo della società italiana.

Come sapete, la scelta di Como come sede della Riunione annuale del 1977 è nata dal desiderio di rinnovare l'analogo incontro già avuto cinquant'anni fa, in occasione del centenario della scomparsa di Alessandro Volta.

Le celebrazioni Voltiane di quest'anno sono state degnamente organizzate dalla Città di Como, e l'AEI è stata lieta ed onorata di contribuirvi tramite la sua Riunione Annuale. Ringrazio vivamente a nome dell'AEI la Città di Como, nella persona del suo sindaco avv. Antonio Spallino, per la considerazione che ha voluto dare alla nostra Riunione nel quadro delle celebrazioni Voltiane.

La medaglia ricordo che la Città di Como ha voluto offrire ai partecipanti alla nostra riunione è particolarmente apprezzata, e sarà un caro e prezioso ricordo per tutti noi.

E' quasi pleonastico spendere parole per ricordare il legame tra l'opera di Volta e la nostra Associazione. Pure lasciando al consocio prof. Emilio Gatti il compito di farcene degna commemorazione, non mi posso esimere dal ricordare come la pila di Volta debba essere considerata il pilastro fondamentale della scienza e della tecnica elettriche, che hanno così profondamente contri-

buito sia al nostro patrimonio scientifico sia alla attività industriale ed applicativa, rendendo possibile e facile il trasporto, la distribuzione e l'uso di energia sotto forma elettrica nonchè i sistemi di trasmissione, diffusione ed elaborazione delle informazioni.

Ebbene, tali essendo i temi della nostra Associazione, possiamo a buon diritto considerare Volta come il nostro precursore.

Colgo qui l'occasione per ringraziare l'ENEL per avere voluto arricchire l'interesse di questa Riunione con l'allestimento di una interessante mostra, che tutti i soci sono cordialmente invitati a visitare.

Ancora un ringraziamento, con l'occasione, alla TV svizzera, per aver voluto partecipare alle celebrazioni voltiane ed alla nostra Riunione con l'allestimento di un interessante e singolare film sulla vita di Volta, che siamo tutti invitati a vedere in una delle prossime sere.

Ed ora qualche commento sullo svolgimento della nostra Riunione. Notiamo subito che, mentre in passate Riunioni si sono adottati due temi, l'uno di carattere elettrotecnico l'altro di carattere elettronico, la più recente tendenza è stata verso la scelta di temi unici, trattati sotto i due aspetti. Mi preme di sottolineare ciò, per confermare la sostanziale unità culturale della nostra Associazione, che, seppure ha dovuto per ragioni storiche accogliere nella propria denominazione i due aggettivi elettrotecnico ed elettronico, ha saggiamente mantenuto nel suo simbolo un'unica E!

Il tema dell'attuale riunione conferma tale tendenza, trattando dei *Materiali,* per usi sia elettrotecnici sia elettronici.

Non è la prima volta che tale tema viene assunto per le nostre Riunioni annuali, e ciò sta a confermare (se appena ce ne fosse bisogno) la sua rilevanza per tutti i settori della tecnologia elettrica. Non è certo mio compito, in questa occasione, di dare una compiuta illustrazione del tema, essendo tale compito affidato ai nostri Relatori generali, professori Giuseppe Biorci, Ercole De Castro e Dante Pagani, che avremo il piacere di ascoltare domattina, e che fin d'ora ringrazio anche a nome di tutti voi.

98 sono le memorie che verranno discusse, delle quali 21 sui materiali conduttori, 30 sui semiconduttori, 35 su quelli dielettrici e 12 sui magnetici.

Ho appena detto che è nelle relazioni generali che potremo avere l'illustrazione della situazione attuale nei vari settori.

Non posso tuttavia esimermi dal rilevare il nesso tra il tema dei materiali elettrici e la circostanza che ci ha portato a trattarlo qui a Como per celebrare Alessandro Volta. Non me ne vorrà con ciò l'amico Gatti se farò un breve commento su tale punto, per dire quanto tale nesso sia profondo. La pila di Volta è stata una invenzione rivoluzionaria non solo per le conseguenze che essa ha avuto, ma, scientificamente, perchè è basata su proprietà di interazione tra materiali diversi, prima di Volta del tutto sconosciute, e cioè i potenziali di contatto.

La portata scientifica e pratica di tale aspetto delle scoperte di Volta è del resto dimostrata dall'esistenza stessa dei dispositivi a semiconduttore, che possono considerarsi le ultime, ed ancora una volta rivoluzionarie, conseguenze delle ricerche di Alessandro Volta.

Come è ormai tradizione nello svolgimento delle nostre Riunioni, le varie sedute tecniche specializzate sono guidate da relatori speciali il cui compito è di esporre in modo coordinato e critico i contenuti delle memorie e di guidare la discussione: dalla loro fatica dipende in gran parte l'efficacia delle sedute e per questo Li ringrazio vivamente.

E' ancora tradizione che, accanto alle sedute dedicate al tema della riunione, si svolga anche una tavola rotonda organizzata da uno dei gruppi professionali attivi nella nostra Associazione. Quest'anno, il gruppo di *Televisione e Videonica* ha scelto per la tavola rotonda il tema: Nuovi orientamenti nel campo dei trasduttori elettro-ottici per la ripresa e la presentazione delle immagini. Ringrazio il coordinatore del gruppo, prof. Cappuccini per il contributo così dato a questa Riunione. Il sorgere di Gruppi professionali e le loro attività sono una manifestazione di vitalità della nostra Associazione, e la Presidenza è intenzionata a prendere in attenta considerazione un ulteriore sviluppo di tale forma organizzativa.

Nel ringraziare tutti gli intervenuti ed in particolare i nostri graditi ospiti che hanno così voluto associarsi a questa nostra manifestazione, mi è gradito pregare l'onorevole Giorgio Postal, Sottosegretario alla Ricerca Scientifica e Tecnologica, di volere rivolgerci la sua attesa parola.

Celebrazione di Alessandro Volta

E. Gatti

LXXVIII Riunione Annuale AEI - Como, 18 *Settembre* 1977

E' un grande onore per l'Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana, ed una grande responsabilità per me, celebrare qui nella sua Como il 150° anniversario della morte di A. Volta. Il grande scienziato ha già avuto durante la sua vita i massimi riconoscimenti; riconoscimenti sia accademici sia civili ed ha avuto in occasione di trascorsi anniversari il tributo di scienziati, alcuni dei quali divenuti, a loro volta famosi. Gli scritti di Volta sono stati oggetto di studi penetranti e le complete opere sono state pubblicate nell'edizione nazionale delle « Opere di A. Volta » sotto gli auspici della Accademia dei Lincei e dell'Istituto Lombardo di Scienze e lettere, in sette volumi, negli anni dal 1918 al 1929. Più recentemente, dal 1949 al 1955, per opera dell'Istituto Lombardo e della S.I.F., è uscito in cinque volumi l'epistolario di A. Volta. Per questa celebrazione, io, elettronico illetterato del 1977, per introdurmi nello spirito dell'epoca ho attinto lungamente agli scritti di Volta e a quelli dei molti scienziati che dell'opera di Volta hanno fatto oggetto di studio. La brevità di questa celebrazione esclude di necessità ogni ambizione a completezza e di ciò chiedo scusa. La presentazione delle opere di un grande come Volta non possono essere racchiuse in poche pagine.

Il 1745, l'anno di nascita di Alessandro Volta, può essere considerato un punto di svolta dello sviluppo dell'elettrologia, tanto da far dire a Polvani (che dedicò non poco tempo della sua laboriosa vita allo studio dell'opera voltiana) che il fervore di studi sperimentali si accentra proprio intorno al 1745 « quasi a render più bella la culla di Volta ».

I fisici che a quell'epoca si occupavano di elettrologia si chiamavano gli « elettrizzanti », e questo stesso nome riflette l'empirismo della loro difficile attività di ricerca, la quale, nonostante ammirevoli sforzi, non riusciva ad esprimere una visione che non rimanesse vaga, non scevra di contraddizioni e in larga misura arbitraria.

Per inquadrare Volta nella Storia delle Scienze, scriviamo la storia delle conoscenze fisiche sull'elettrologia sino al 1745. Si era appurato che molti materiali potevano essere elettrizzati per strofinio: ceralacca, diamante graffito, zaffiro, smeraldo, topazio, spinello, vetro, cristallo, zolfo, arsenico rosso, pece greca, resina di pino, altre gomme e misture di esse. Dopo la primitiva constatazione dell'elettrizzazione mediante l'attrazione, da parte dei corpi strofinati, di oggetti leggeri (carte, piume, pagliette), successivamente, ad opera di Girolamo Fracastoro nel 1546, di Guglielmo Gilbert nel 1600 e del padre Francesco Lana, furono introdotte bilance di torsione, per apprezzare le azioni ponderomotrici negli esperimenti elettrici. Erano stati distinti, ad opera del Cardano (1550), del Gilbert nel 1600 e del Cabei nel 1629, i principali caratteri differenziali fra azioni magnetiche ed elettriche, prima totalmente confusi. Lo stesso Cabei, nel 1629, aveva scoperto il fenomeno della « repulsione elettrica » su minuzzoli attratti dall'ambra e poi da essa respinti. Roberto Boyle (verso il 1675) era riuscito a dimostrare che le azioni elettriche si manifestavano anche nel vuoto. Ma nonostante questo importante esperimento, quasi tutte le teorie dell'epoca ipotizzavano vortici d'aria o comunque meccanismi basati sull'aria per spiegare le azioni elettriche.

Nel 1660, Ottone Von Guericke costruì la prima macchina elettrica, costituita da un globo di zolfo con un asse in ferro imperniato su due cuscinetti, fatto girare a mano e strofinato con la mano secca. Con questa macchina, pur sprovvista di elettrodi di raccolta, venne riconfermata l'esistenza delle repulsioni elettriche vista dal Cabei e venne ottenuto l'andirivieni di una piuma fra il globo elettrizzato e la piastra di supporto della macchina (esperimento successivamente chiamato « della danza elettrica »). Inoltre, il Von Guericke potè constatare che la sfera di zolfo elettrizzata poteva esercitare la sua « virtù », anche se veniva collegata con un filo di lino, nel senso che questo poteva a sua volta attrarre oggetti leggeri. E' questa forse la prima esperienza di un conduttore, corpo che (con linguaggio di allora) si diceva « deferente ».

Tappa fondamentale compì il Gray che, nel 1729, scoprì che tutti i corpi possono essere divisi nelle due categorie dei conduttori e degli isolanti, ovvero dei « deferenti » ed « indeferenti » e, cosa altrettanto importante, che un conduttore isolato, cui si avvicini un corpo elettrizzato, attira bruscoli di materia. Questo evidente fenomeno di induzione elettrostatica venne confuso con un'elettrizzazione dovuta a comunicazione di « fuoco elettrico » (noi diremmo di cariche elettriche) non dissimile da quella che si ottiene per contatto. E questo errore rimarrà nella fisica per ben 30 anni, creando gravi

difficoltà all'interpretazione teorica dei fenomeni. E' singolare che la fama del Gray sia quasi maggiore per alcuni giochi di società che non per le scoperte menzionate: il Gray dimostrò la possibilità di elettrizzare persone « isolate », traendo da esse segni elettrici e financo scintille. L'esperimento fu eseguito nel 1730 e si diffuse in tutti i salotti d'Europa, servì di passatempo a dame e cavalieri e fu persino riferito « che le donne generalmente si elettrizzano più facilmente e in miglior maniera degli uomini, soprattutto le giovani ».

Ma tornando ai veri progressi, dobbiamo citare Carlo Francesco De Cisternay Du Fay, che, oltre a dare altri importanti contributi, arrivò a stabilire, con una bilancia di torsione, che resina e vetro elettrizzati si attirano, che il vetro respinge il vetro e la resina, ed arrivò ad affermare con sicurezza che esistono due distinte elettricità e due sole: la resinosa e la vitrea. Questa scoperta, forse la più importante dagli inizi dell'elettrologia, non ebbe la dovuta risonanza, e per lungo tempo le cariche di segno opposto vennero interpretate come dovute a proprietà di un unico fluido detto « fuoco elettrico », dato che in molte esperienze si determinavano scintille e per loro mezzo si infiammavano combustibili. Ricordiamo negli anni 1744/45 le esperienze di Bose, Watson, Nollet che accendono l'etere solforico, la terebentina e l'aria infiammabile (idrogeno).

Si sviluppano intanto le macchine elettrostatiche con progressi per lo più tecnologici: sfere di vetro fino a 1 m di diametro, anzichè sfere di zolfo (Bose nel 1734), si introducono cuscinetti strofinatori invece della mano secca ed un pedale con manovellismo per far girare la sfera (Winkler 1745).

Un progresso sostanziale è quello invece dell'invenzione dell'elettrodo di raccolta delle cariche, per contatto o per effluvio, fatta rispettivamente da Bose nel 1743 e da Hollmann nello stesso anno. Questo elettrodo di raccolta venne chiamato « catena », o primo conduttore, dato che spesso questo elettrodo era appunto costituito da una catena isolata, sospesa a lambire il globo elettrizzato.

Siamo all'epoca della nascita di Volta, « epocha electricitatis ».

Erano già noti elettroscopi e fili penduli introdotti dal DuFay, ma nessuno sapeva cosa ben misurassero, se carica o potenziale (concetto a quel tempo sconosciuto almeno nel campo dell'elettricità). E forse i migliori di questi strumenti erano quelli descritti nel « libro dell'elettricismo, ossia delle forze elettriche dei corpi svelati dalla fisica sperimentale », pubblicato anonimo a Venezia nel 1746, forse dal dr. Eusebio Sguario, illustre medico e matematico veneziano, e costituiti da « due piccoli globi di sughero, pendenti poco tratto lontani l'uno dall'altro e perpendicolari all'orizzonte ».

Sempre intorno al 1745, un po' per gli esperimenti da salotto, molto per i risultati conseguiti con le macchine elettrostatiche, si parlava anche fra il grosso pubblico dell'« elettricismo » e medici e malati si illudevano di trovare nell'elettricità la panacea da ogni male, anche se non mancavano gli scettici o coloro che celiavano al riguardo.

Proprio nel 1745 si verifica casualmente un'invenzione destinata ad alimentare i grandi progressi che all'elettricismo doveva dare il Nostro.

Giorgio V. Kleist, canonico di Camin, piccola città della Pomerania, si dilettava di sperimentare tenendo in mano una bottiglietta a collo sottile, nel quale era infilato un filo metallico che, per una parte, pescava nel liquido della bottiglia riempita di spirito di vino e per una parte ne usciva; egli cercava di caricare il filo e il liquido di elettricità. Avvenne che, toccando con una mano il filo, mentre con l'altra impugnava la bottiglia, ne prese una violenta scossa. Non si sa che cosa si prefiggesse il canonico, ma già nel 1746 compariva una prima pubblicazione scientifica in proposito del Winkler che chiamava l'esperimento « esperimento del Musschenbröck ». Ma per la fisica esso fu detto lo « esperimento di Leida » e la bottiglia « bottiglia di Leida ».

Ben presto ci si accorse che gli effetti dipendevano non tanto dalla quantità di liquido contenuto, quanto dalla superficie bagnata della bottiglia. Si imparò a sostituire il liquido con elettrodi metallici aderenti alle pareti, e a mettere in parallelo parecchie bottiglie di Leida e a costruire i cosiddetti « quadri elettrici », cioè condensatori piani con dielettrico vetro. I vari fisici ripeterono con le bottiglie di Leida la trasmissione di segni elettrici attraverso linee elettriche sempre più lunghe: ricordiamo il conte Andrea Gazola che, nel 1746, provocò una scossa a un'estremità di una linea di fil di ferro, sostenuta da cordicelle, lunga 6/700 m, e il Watson che, nel 1747, fece la stessa esperienza con un circuito di alcune miglia costituito da un fil di ferro sostenuto da paletti isolanti, avente come conduttore di ritorno un vicino corso d'acqua.

Lo stesso Watson, e Franklin, quasi contemporaneamente nel 1747, (contro gli schemi del Nollet che sosteneva che ogni corpo emana fluido elettrico da pochi pori e contemporaneamente ne assorbe altrettanto da molti pori, ed esce in forma di « bouquet » o di « aigrette ») introducono teorie più vicine alle concezioni odierne, cioè che l'elettrizzazione consista in variazione in + o in — di contenuto di fluido elettrico nei corpi. Questo unico fluido elettrico è caratterizzato da repulsione fra le sue parti, ma da attrazione rispetto alla materia. L'esperienza che portò Franklin a questa ipotesi, è quella relativa a due persone, A e B, che, isolate su sgabelli di resina, fanno funzionare una macchina elettrica, anch'essa totalmente isolata. A strofina con le mani il globo, mentre B, avvicinando a questo la punta di un dito, funziona da elettrodo collettore. Watson e Franklin osservarono allora

che, se una terza persona C, non isolata, avvicina un dito ad A o B, ne trae scintille di uguale intensità. Se invece ad avvicinarsi tra loro sono A e B stessi, la scintilla è molto più viva. Franklin conclude che A, che strofina il globo, ha una deficienza di fluido elettrico, B un eccesso e C la naturale quantità.

Proprio Franklin introduce la nomenclatura di « elettrizzato positivamente o elettrizzato negativamente ». E per i corpi caricati + dice che, se vi è un eccesso di elettricità, essa forma una « atmosfera » sulla superficie che assume la forma del corpo che essa circonda ed è da esso più facilmente estratta in corrispondenza degli spigoli piuttosto che delle facce piane e in corrispondenza delle punte, tanto più esse sono acuminate. La asimmetria fra i corpi elettrizzati + e quelli elettrizzati — (dato che non pensa caricata + la materia), fa sì che i corpi elettrizzati — non abbiano atmosfera elettrica. E quindi Franklin deduce che la repulsione fra due corpi elettrizzati + sia dovuta alla repulsione fra le loro atmosfere, ma deve aggiungere una qualche nuova ipotesi per spiegare l'identica repulsione fra i corpi elettrizzati —, ed afferma assiomaticamente che i corpi che hanno meno della quantità normale di elettricità si respingono esattamente come quelli che ne hanno di più. Nonostante questi difetti, la teoria di Franklin ha il grande pregio di essere la prima teoria a carattere statico, senza vortici, zampilli, aria.

Per spiegare il potere delle punte, Franklin pensa che, a causa delle forma della punta, la forza di attrazione del fluido elettrico verso la materia inerte risulti insufficiente a trattenere l'atmosfera elettrica, la quale perciò ne sfugge. E, meno intuitivamente, per la solita asimmetria, postula che una punta piuttosto che non una parte piana sia più adatta a scaricare l'atmosfera di un corpo elettrizzato positivamente.

Franklin acquistava nel frattempo grande fama anche per le ricerche sull'elettricità atmosferica e l'esperimento (eseguito a Parigi dal Delibard) di rivolgere punte metalliche verso le nuvole per scaricarne l'elettricità ebbe grande risonanza nel 1752, e fu subito ripetuto anche in Italia come in molti altri paesi: il fisico Richman perse la vita nel 1754 per elettrocuzione in simile esperimento, e il primo parafulmine italiano fu istallato nel 1768 sulla casa del Gattoni (come vedremo, amico e mecenate di Volta). E forse Volta, che allora aveva 23 anni, non fu estraneo all'iniziativa.

Volta, nato dal patrizio Filippo Volta e da Maddalena dei Conti Inzaghi, educato in famiglia per gli studi elementari e successivamente nelle scuole dei padri Gesuiti a Como, si mostrò presto temperamento autonomo, ribelle a un insegnamento tradizionale, dedito per tutto il tempo libero allo studio della natura, sia direttamente con spirito da naturalista, sia leggendo i libri di scienze che poteva procurarsi. Dedito a questi studi, frequentò fino a 20 anni, le scuole del Seminario, si ribellò ad ogni pressione perchè abbracciasse la vita ecclesiastica, secondo le tradizioni di famiglia, ed anche alla seconda alternativa che gli veniva proposta e cioè la carriera legale. In quegli anni ebbe amico e confidente appunto il Gattoni, che gli restò sempre vicino e divenne poi Canonico di Como.

Grande influenza deve avere avuto su Volta l'opera de « L'elettricismo artificiale e naturale », pubblicata nel 1753 dal padre scolopio G. Battista Beccaria, a Torino. Il Beccaria cerca di dare un aspetto stringato e scientifico alla mole di esperienze qualitative del suo tempo e studia le luminescenze elettriche come criterio per riconoscere le due opposte elettricità. Scrive: « il fiocco elettrico altro non è che una corrente di elettrico vapore che si dirige verso i corpi che comunicano col suolo; all'incontrario la stelletta lucida è formata dal concorso dei raggi elettrici che dal corpo straniero si uniscono in esso punto ». Le forme di « fiocco » e di stellette corrispondono, secondo il Beccaria, a queste due diverse funzioni di irraggiatore e di collettore.

Importantissima la legge « giustacui l'elettrico vapore si diffonde con forza e in quantità alla differenza dell'elettrizzamento di corpi proporzionale ». E parlando di certe sue esperienze piuttosto infruttuose per ricavare qualche determinazione quantitativa con scintille prodotte nella camera d'aria di un manometro a liquido, afferma: « Sto ben tentando alcune esperienze che mi fanno sperare di poter col tempo determinare più esattamente la quantità di fenomeni elettrici, ma chi sa la difficoltà di misurare altri anche più semplici fenomeni e che da secoli sono notissimi, sarà persuaso della difficoltà di misurare gli elettrici i quali, oltrechè appena in quest'età si cominciano a conoscere, certamente sono oltremodo composti e soffrono velocissimi e massimi cambiamenti ». Questa frase può considerarsi il vaticinio per quanto Volta avrebbe dovuto fare, e che in effetti Volta fece. Come vedremo, egli riuscì a mettere su base quantitativa i fenomeni elettrostatici e riuscì a passare dallo studio dei rapidi transitorii che derivano dalle scariche nei fenomeni elettrostatici all'elettrotecnica delle correnti continue.

In quegli anni, Franz Ubrich Teodor Aepinus tende a una elettrologia quantitativa, accetta la teoria frankliniana, ma rifiuta le atmosfere elettriche che fascerebbero i corpi elettrizzati positivamente. « L'elettricità è sui corpi, non attorno ai corpi ». Inoltre fornisce una prima chiara interpretazione dell'elettrizzazione per influenza o induzione. Secondo Aepinus, il corpo elettrizzato A, posto vicino al conduttore scarico B, respinge o attrae, a seconda che sia elettrizzato positivamente o negativamente, il fluido elettrico di B. Di conseguenza B sarà elettrizzato dallo stesso segno di A nella parte più lontana da A, e di opposto segno nella parte più

vicina. (Cosa che sino al 1753 sembrava più che incredibile all'Abate Nollet). Conferma ciò con l'osservazione di effluvii a fiocco e stelletta ai due capi opposti del conduttore influenzato.

Aepinus porta anche contributi importanti alla comprensione della bottiglia di Leida e dell'ufficio del dielettrico, e afferma che questo può anche essere aria, e che la capacità del condensatore aumenta al diminuire della distanza fra le armature. Altra fondamentale esperienza di Aepinus è quella della verifica di un'elettrizzazione con quantità di carica uguale e contraria alla separazione di due oggetti A e B che non siano entrambi conduttori. Simile esperienza era quella di togliere una massa di zolfo fuso da un recipiente di stagno isolato. Al distacco, Aepinus osservava lo zolfo caricato positivamente, e negativamente il recipiente. Scaricato quindi col dito il recipiente, reintroduceva la massa di zolfo, e il complesso risultava carico positivamente. Tutte queste esperienze sono raccolte nel « Tentamen Theoriae electricitatis et magnetismi », pubblicato a Pietroburgo nel 1759.

Quando Volta, gran ricercatore di libri, poté leggere (solo nel 1778) il «Tentamen», lo giudicò «profondissimo, incomparabile, luminoso » e certamente esso ebbe una grande influenza in tutti i suoi lavori posteriori, come pure la ebbe la probabile lettura di una memoria di Cavendish del 1771, contenuta nelle Transazioni anglicane che Volta cercò di procurarsi nel 1773.

Il Wilcke, allievo dell'Aepinus, riteneva valida l'esistenza di due opposte elettricità e tale tesi sostenne nella sua disputa di laurea « De electricitatibus contrariis » del 1757. E così pure il Simmer, che pubblica nel 1759 una serie di esperimenti relativi a elettrizzazione opposta, osservata separando due calze di seta sovrapposte. I fenomeni del Simmer furono ripresi dall'anatomico di Torino, Giovan Francesco Cigna, già discepolo di Beccaria. Lo esperimento, descritto dal Cigna nel 1766, è il seguente: se ad una lastra di piombo isolata si avvicina un nastro di seta elettrizzato e si scarica la lastra di piombo con un dito avvicinato dalla parte opposta, si vede il nastro aderire violentemente alla lastra medesima. Se poi si stacca il nastro dalla lastra, il nastro risulta elettrizzato come prima, e la lastra risulta elettrizzata di segno opposto. Scaricata nuovamente la lastra con una scintilla, si può ripetere il gioco innumerevoli volte, tanto che al Cigna riuscì di caricare una bottiglia di Leida utilizzando una sola serie di scintille, al momento del distacco o dell'adesione del nastro alla lastra. A questo fenomeno il Beccaria dà il nome di « elettricità vindice », in una lettera diretta a Franklin e gli dice: « Quando due lastre coibenti, o una conduttrice e l'altra coibente, oppostamente elettrizzate, vengono a contatto, annullano la loro elettricità contraria, ma ciascuna riacquista la propria all'atto del successivo distacco ». Ed è a questo punto che Volta, nel 1769, esce col suo primo lavoro a stampa « De vi attractiva ignis electrici ac phenomenis inde pendentibus », diretta allo stesso Beccaria.

Volta, negli anni immediatamente precedenti, aveva fatto da autodidatta, dai 17 ai 20 anni, i primi esperimenti con fili, panni di seta e di lana, pezzi di resina e zolfo, « fritture di assicelle e bastoncini », (per renderli isolanti, secondo quanto indicato dal padre Vendelins) ma riteneva la sua sperimentazione di poco conto. Non potendo sperimentare bene, si era dato a teorizzare, ma il Beccaria, con cui era entrato in relazioni epistolari, con il suo carattere spigoloso gli aveva dato un consiglio di cui forse il nostro grande non aveva bisogno, ma di cui certo fece grande tesoro: « di tener dietro in ogni ricerca all'esperienza ».

Nel 1765, il Gattoni, venne in suo aiuto, cosciente del disagio intellettuale ed economico, sia perchè ammirato dall'intelligenza dell'amico, sia anche per esperimentare egli stesso, come poi fece con poco profitto. Certo che nel 1765 allestì nella sua villa a Como, vicino alla casa di Volta, un laboratorio di fisica ben attrezzato, nel quale Volta poté dar corso alla vocazione del suo genio nei più svariati esperimenti.

Nei primi esperimenti di cui riferisce al Beccaria, (già subito nel '65) istituisce una scala triboelettrica, preceduto a sua insaputa da Wilcke e da Canton; ma questo risultato è ugualmente importante se si pensa che l'idea di ordinare i corpi secondo una scala di proprietà l'avrebbe portato 27 anni dopo al molto più importante ordinamento dei conduttori per quanto riguarda appunto « l'effetto Volta », e cioè la differenza di potenziale al loro contatto.

Ma veniamo ora al già accennato primo lavoro ufficiale di Volta del '69.

Egli, come il Beccaria, sotto la grande influenza del pensiero newtoniano, non concepisce ripulsione, ma solo attrazione fra « fuoco elettrico » e materia. Questa concezione gli complica molto l'interpretazione dei fenomeni, ma viene perseguita per il costante sforzo di ogni buon fisico di introdurre il minimo numero di nuovi principi per spiegare i fenomeni. Per la stessa ragione, in questo stesso lavoro, si oppone al principio del Beccaria dell'« elettricità vindice ».

Riferendosi a esperimenti simili a quelli citati dal Cigna, Volta scrive: « Ne deriva che, componendosi l'eccesso assoluto del vetro con il difetto assoluto della foglia, si mantenga ancora l'equilibrio, cioè che in questi due corpi uniti insieme si abbia una quantità di fuoco corrispondente alla somma delle loro forze. Perciò si possono avere segni di elettrizzazione. D'altra parte, l'esistenza e la permanenza a lungo dell'eccesso assoluto nel vetro e del difetto nella foglia è dimostrato anche dal fatto che questi corpi aderiscono l'un l'altro con sufficiente forza e costanza: abbiamo visto infatti che

la proprietà dei corpi diversamente elettrizzati è appunto di attrarsi reciprocamente. Se non dessero segni elettrici all'esterno, perchè non possiedono alcuna elettricità assoluta, ma tanto il vetro che la foglia fossero dotati della parte di fuoco che a ciascuno compete nello stato naturale, da dove proverrebbe allora l'adesione reciproca? Ma ora separiamo (mediante fili di seta, perchè non perda l'elettricità posseduta) dalla lastra di vetro la foglia metallica: è difficile prevedere che cosa debba succedere? Ciascuna delle due manifesterà la propria elettricità assoluta, il vetro l'eccesso, la foglia metallica il difetto: si manifesteranno, dico, segni di eccesso nel vetro perchè questo eccesso non si compone più con l'eguale difetto della foglia metallica; e così pure la foglia darà segni di difetto, perchè ormai non si compone più con l'eccesso del vetro. Dopo che avremo toccato la foglia metallica separata dal vetro, immettendovi il fuoco mancante, se l'adagiamo nuovamente allo stesso vetro, siccome le viene nuovamente applicato l'eccesso di questo vetro, se toccata col dito, perderà altrettanto fuoco naturale; dopo di ciò, ottenuto l'equilibrio, i segni elettrici cesseranno. Se la si separa ancora una volta, ancora una volta essa chiederà il fuoco perduto; e così daccapo, fino a che il fuoco sovrabbondante del vetro, che non cessa di fuoriuscire, per quanto a stento e poco per volta, sarà completamente svanito. Il fenomeno talvolta può ripetersi per ore, nel caso che tutto sia molto asciutto.

Ora, invero, se qualcuno per denotare questi effetti, cioè l'alterna reviviscenza dei segni osservata nell'esempio riportato, dica [1]: dopo il conveniente toccamento della lamina metallica e appena allontanata questa, vale a dire appena snudata, la faccia del vetro rivendica a sè l'elettricità che aveva perduta prima del toccamento, io non obietterò, purchè conveniamo che questi segni elettrici rinascano non perchè l'elettricità assoluta del vetro sia, per così dire, fabbricata di nuovo dallo snudamento, cioè perchè il fuoco eccessivo vi sia immesso nuovamente, ma perchè solo adesso comincia ad apparire, cioè ad emettere segni, quello stesso fuoco sovrabbondante che prima, componendosi con l'eguale difetto della lamina metallica ad esso strettamente aderente, non si manifestava affatto. In questo senso l'espressione rivendicare l'elettricità ritengo sia ottimamente adoperata ».

Volta osserva che le forze attrattive fra materia e fluido elettrico dipendono da una posizione reciproca, diremmo oggi a livello atomico, delle particelle di materia e di fluido. Lo strofinio, la percussione, l'azione dell'atmosfera elettrica alterano il sistema di forze, onde alterano l'equilibrio del fuoco elettrico e « la naturale saturità del corpo ».

Seguendo gli scritti di Volta, si vede che questo concetto di naturale saturità va man mano identificandosi con una grandezza che definisce lo stato elettrico del corpo o, come più tardi lo stesso Volta dirà, la tensione. Studiando i fenomeni elettrici, secondo Volta, non basta considerare la quantità di fuoco elettrico (la carica diremmo oggi), ma anche il « potenziale », diremmo oggi.

Proprio da questa teoria strutturale, microscopica, che oggi non ha più interesse se non storico, Volta trae la convinzione della persistenza delle cariche (non di polarizzazione) sugli strati isolanti, origine della polemica col Beccaria.

Nel 1774 è nominato « reggente » delle scuole pubbliche di Como e il 1/11/75, in seguito a concorso, professore di Fisica sperimentale nelle scuole di Como. Si noti che non aveva mai frequentato Università nè conseguito laurea.

La memoria di Volta del 1769 era rimasta senza molto seguito nel mondo scientifico, ma servì soprattutto a Volta stesso per guidarlo alle successive invenzioni e scoperte. La prima, quella dell'« elettroforo di Volta », comunicata a Priestley in una lettera del 1775. In essa Volta, con grande entusiasmo, descrive il suo apparecchio costituito, com'è ben noto, da un piatto di stagno con un bordo rilevato entro cui è fuso un impasto di resina, e da uno scudo metallico con manico isolato. La resina è elettrizzata per strofinio e induce elettricità di segno contrario sullo scudo che è messo a massa toccandolo con un dito. Levato il dito, e alzato lo scudo, questo trasferisce la sua carica, per esempio, a una bottiglia di Leida. Indi si ripete l'operazione quante volte si voglia, tanto che Volta propone di chiamare il suo strumento l'elettroforo « perpetuo »; che se poi, come avviene, dopo molto tempo si riduce la carica sulla resina, ecco Volta applicare il modernissimo principio della reazione positiva, dicendo: « Ma che direte se io dimostro che questa minacciata estinzione de' segni si può prevenire, e riparare l'illanguidimento, e finanche ristorare il primiero vigore con niun altro aiuto che quello delle deboli forze che rimangono? M'affretto a spiegarvi per qual modo ciò si possa ottenere.

E' cosa troppo nota che si può caricar una lastra per mezzo di un'altra lastra o caraffa già caricata, col compartire a quella la carica di questa. Or bene, io non cerco di più; imperciocché se col mio scudo allora pure che non mi dà se non scintille deboli, giungo a caricare anche debolmente una caraffa, posso contare d'avere in questa caraffa un ristoratore dell'elettricità indebolita, e di portarvi una vera aggiunta eccitandone la scarica, o sia compartendola alla superficie del mastice. E così adoperando non m'inganno, col badar bene però di applicare al mastice non già l'uncino della caraffa, se questo ha ricevuto la carica dallo scudo, ma sibbene la pancia

(1) Come diceva Beccaria nelle due memorie citate a p. 50 e ribadiva nella sua più nota memoria Experimenta, atque observationes quibus electricitas vindex late constituitur, atque explicatur, Augustae Taurinorum, ex Typographia regia, MDCCLXIX, scritta quasi contemporaneamente a questa dissertazione e quindi ancora non conosciuta da Volta.

o la base; e vice versa, se questa ha toccato lo scudo. Per poi viemeglio riuscir nel mio intento non iscarico la caraffa in un colpo sopra la faccia armata del suo scudo, ma gradatamente con una scintilla per volta, o (che è d'un bel tratto più efficace) portando a combaciamento la base o l'uncino della caraffa colla faccia nuda del mastice, e scorrendovi sopra per tutto, onde imprimere, dirò così, ad ogni punto la competente porzioncella di carica ».

Questo principio della reazione positiva o, in termine di macchine elettriche, di autoeccitazione, è ripreso nel duplicatore del Nickolson, del Belli e nelle successive macchine a induzione elettrostatica.

Se, come dice il Righi, negli studi sull'elettroforo spiccano l'ingegnosità e il retto criterio sperimentale, nella memoria sulla « capacità dei conduttori » in forma di lettera scritta al sig. De Saussure nel 1778, proprio appena dopo che Saussure era tornato dalla prima scalata alla cima del M. Bianco, vediamo risaltare soprattutto lo spirito rigoroso dal quale il Volta fu sempre animato e condotto e che vivamente contrasta con la tendenza mostrata da gran parte dei fisici del suo tempo.

Volta che aveva fin dalla giovinezza corrispondenza con Padre Beccaria, Franklin, ... è ora in corrispondenza con i maggiori fisici del suo tempo, e allarga le sue conoscenze con viaggi in Europa.

Nel 1778 Volta è chiamato all'Università di Pavia come professore di Fisica Sperimentale. Le lezioni di Volta sono talmente affollate che deve essere costruito un nuovo più ampio Teatro di Fisica.

Ormai Volta ha conquistato il concetto di « tensione » e, quasi completamente, quello di « capacità »: dico quasi completamente perchè, trattando di due conduttori « coniugati » presenti in laboratorio, parla di capacità variabile di uno di essi in funzione della carica presente nell'altro: evidentemente mancava ancora la nozione di induzione completa e di coefficienti di capacità per sistemi di più conduttori: il che non toglie nulla al merito del Nostro, poichè chiamare « capacità » il rapporto fra carica di uno dei conduttori e tensione (misurata fra detto conduttore e il laboratorio) è soltanto questione di definizione e non importa se non corrisponde alla nostra attuale. Nel 1782 dirà poi esplicitamente: « capacità e tensione elettrica sono in ragione inversa ».

Volta, oltre che elettrologo, ha ampi interessi nel campo della filosofia naturale. Non parlerò, per brevità, dei suoi contributi come chimico pneumatico (gas delle paludi, pistola di Volta, eudiometro, legge della dilatazione) non perchè meno importanti, ma per una scelta legata agli interessi scientifici della Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana. Ma non posso esimermi dal parlare dei suoi interessi come metereologo, sia per citare la sua memoria sulla formazione della grandine che, per quanto esprima una teoria oggi non ritenuta valida, mostra l'acutezza del suo ingegno nel cercare di applicare la sua visione dei fenomeni elettrici a grandi fenomeni naturali, sia perchè gli studi sull'elettricità atmosferica gli danno il destro di preparare progressivamente quegli strumenti, gli elettrometri e gli elettrometri a condensatore, che gli permetteranno, quasi presago delle future necessità, di passare dallo studio delle alte tensioni tipiche dei fenomeni elettrostatici, alle basse, tipiche dell'effetto Volta e dei fenomeni di conduzione galvanica.

Volta, dal 1787 in poi, si dà al perfezionamento degli elettrodi, migliorando i pendolini dell'Anonimo Veneziano e l'elettrometro del Cavallo e del De Saussure, « cambiando forma e materia dei pendolini, sopprimendo le pallottole di sambuco o d'altro, e sostituendo ai fili metallici sottilissimi due nude paglie, lunghe circa 2 pollici, le quali, sospese per mezzo di anelletti mobilissimi, pendono contigue o quasimente contingue secondo tutta la lunghezza », cambia la forma del contenitore, usando contenitori parallelepipedi e munendo l'elettrometro di una scala tarata, ad arco di cerchio, di raggio pari a quello della lunghezza delle pagliette. Verifica la linearità dei suoi elettroscopi, non solo mediante metodi di dimezzamento della carica fra conduttori simmetrici, ma anche duplicando e triplicando le cariche elettriche, valendosi di successive scariche del suo elettroforo su una bottiglia di Leida collegata all'elettrometro. Provvede a tarare reciprocamente elettrometri di diversa sensibilità, riuscendo così ad esplorare rapporti di tensione sino a 2 000. L'accuratezza sperimentale di Volta si dimostra anche nell'analisi degli errori all'inizio della scala degli elettrometri, quando, per evitare fenomeni di adesione, dispone le pagliette dell'elettrometro in modo che non si tocchino a elettrometro scarico, ma giacciano parallele e verticali ad una certa distanza: e nella valutazione degli errori, nel cercare di caricare la bottiglia di Leida di quantità di carica uguali. Dice Volta « la boccia, la quale a misura che riceve scintille dallo scudo dell'elettroforo va caricandosi, non le riceve più tutte intere, massime sull'ultimo, restandone addietro in esso scudo tanto di ciascuna, quanto fa equilibrio alla forza della carica già indotta nella boccia. Ciò è tanto vero, che se si progredisca assai oltre nella carica, lo scudo, dopo data la scintilla alla boccia, avrà ritenuto abbastanza di elettricità per dare un'altra scintilla ad un altro corpo. A meraviglia: ma quale mai, io ripiglio, è la forza di carica, a cui sale la boccia di Leyden colle 20, 30, 40 scintille deboli d'un mediocre elettroforo, nelle prove di cui qui si tratta? » e conclude « Sicchè l'obbiezione svanisce, in conferma della stupenda eguaglianza de' gradi del nostro elettrometro ».

E' interessante osservare che la linearità di un elettrometro di geometria così complessa appare oggi come un caso fortunato. Ma Volta procede con metodo rigorosamente sperimentale e i suoi elettro-

metri tarati sono fortunatamente anche lineari in un ampio campo delle scale.

Volta si preoccupa anche della metrologia. Cioè si preoccupa che i fisici abbiano elettrometri « unissoni » « da chiunque e in qualunque luogo vengano costruiti, a Ginevra, a Parigi, Londra e Berlino ». « Allora tutti i fisici, riportando le loro esperienze di elettricità ad una misura comune, invece delle indeterminate e arbitrarie di cui si valsero sin qui, verranno ad intendersi perfettamente fra loro » (pag. 167).

Ma Volta fa un passo in più. Dopo aver cercato di dettare le regole per costruire strumenti uguali che dovevano costituire i campioni, fa un passo, sebbene non completo, verso un elettrometro assoluto. Volta (pag. 202) sempre nel 1787, in una seconda lettera, propone un elettrometro costituito da un piattello, del diametro di 5 pollici, di una bilancia a giogo, parallelo e distante circa 2 pollici da un piano conduttore praticamentee indefinito a massa. E determina i pesi necessari per equilibrare la bilancia quando al piattello vengono applicati « diversi gradi di carica dalla boccia di Leida », ovvero gradi di tensione. Volta scopre che l'attrazione cresce « nella regione duplicata » cioè secondo il quadrato della tensione, e che, a pari tensione, nella stessa « ragione duplicata, diminuisce l'attrazione crescendo la distanza ». Quest'ultimo enunciato sarebbe corretto se il piattello connesso alla bilancia fosse munito di anello di guardia, come fece Thomson (Lord Kelvin) nel 1855. Ma chi non vede nello strumento di Volta l'immediato progenitore dell'elettrometro assoluto di Thomson?. Volta propone come unità di tensione, nella stessa lettera, quella che determina « un'attrazione nel suo strumento di 12 grani di peso, né più nè meno ». Polvani, nel 1942, ricostruisce l'esperimento di Volta e vede che il grado fondamentale proposto da Volta è pari a 13 350 volt.

Nel 1881, a distanza di poco meno di 100 anni dalle fondamentali misure di Volta in campo elettrometrico, il Congresso Internazionale degli Elettricisti volle onorare la memoria del nostro grande scienziato attribuendo il nome di volt all'unità di differenza di potenziale. Diceva Volta più tardi, nel 1792, « e che mai può farsi di buono se le cose non si riducono a gradi e misure, in fisica particolarmente? Come si valuteranno le cause se non si determina la qualità e l'intensità degli effetti? ».

Già nel 1782, per mettere in evidenza le piccole tensioni raccolte con un elettrodo a punta per studiare l'elettricità atmosferica, Volta propone di amplificare la tensione collegando con un filo conduttore la punta allo scudo del suo elettroforo scarico che ora funge da condensatore. Sollevato lo scudo, la tensione viene amplificata e può essere misurata dal suo sensibile elettrometro a foglia. Volta molto si preoccupa, e giustamente, che il suo elettroforo sia scarico, altrimenti si vedrebbe l'effetto di cariche depositate sul dielettrico, anzichè l'effetto dovuto all'elettricità atmosferica. Allo scopo suggerisce di sostituire allo strato resinoso dell'elettroforo un corpo isolante molto imperfetto che sicuramente disperda le cariche presenti, ma d'altronde permetta l'accumulo sullo scudo di quelle portate dal filo appuntito.

Nella seconda lettera a Lichtenberg, sempre nel 1787, Volta propone di unire il suo elettrometro a paglia col condensatore, formando quel prezioso strumento che va sotto il nome di « elettrometro condensatore », che, per quanto realizzato in forma diversa indipendentemente dal De Saussure, ha da Volta una realizzazione molto più pratica e una trattazione quantitativa più approfondita.

Volta e Bennet, nello stesso anno 86/87, scoprono l'utilità di una fiamma per mettere in equilibrio un conduttore con l'aria circostante nelle esperienze di elettricità atmosferica. Ma Volta ha il merito di aver riconosciuto che i « segni elettrici » dati dall'elettroscopio a fiamma sono dovuti a una carica realmente acquisita dal conduttore e che l'indicazione dell'elettroscopio non avviene per induzione, come avviene con le aste metalliche usate dal De Saussure. E ha il merito di aver esaltata la stabilità dello strumento collegando l'asta con la fiammella al suo elettrometro condensatore. Lo spirito pratico di Volta è mostrato dai dettagli costruttivi riferiti per rendere i suoi apparecchi di uso pratico: a volte tascabili (da usare nei viaggi), a volte da laboratorio per poter comodamente effettuare le osservazioni metereologiche in casa.

Da un punto di vista tecnico Volta, fedele alla concezione frankliniana di un unico fluido, e alla ostilità a considerare repulsioni elettriche, negò la legge di Coulomb e non partecipò allo sviluppo della teoria del potenziale, ma le sue chiare idee su tensione e capacità e le sue pulite esperienze furono la base per le costruzioni fisico-matematiche dei Gauss e dei Green, come lo furono nel secolo successivo per Maxwell (1831-1879) le esperienze di Faraday (1791-1867).

Le ricerche e i risultati di Volta sono noti ormai in tutto il mondo e Volta è divenuto membro delle principali accademie.

Ma intanto lo sviluppo della ricerca scientifica in campi diversi da quelli coltivati da Volta, preparava il terreno per la più grande invenzione di Volta: la pila.

Molte conoscenze si andavano acquisendo legate all'interesse per l'elettricità animale e per gli « spiriti animali » che determinavano contrazioni di muscoli o sensazioni negli esseri viventi. Volta, in una lettera a Madame Le Noir de Nanteuil, scritta il 14 maggio 1782, riassume le conoscenze sul tema a quell'epoca e mostra di avere in proposito idee già chiarissime: non può dirsi animale l'elettricità che si ottiene fregando il dorso di un gatto. Sono elettrici i fenomeni prodotti dalla Torpedine del Me-

diterraneo (già ricordata da Plinio) e dall'Anguille tremblante de Surinam (Gymnotus electricus) che si trova sulle coste di Surinam e della Cayenne. Volta ricorda che Gravesande e Musschenbroek avevano intuito che si trattasse di fenomeni elettrici, ma toccò a Mr. Walsh e a Mr. Bayen di dimostrarlo irrefutabilmente: essi fecero vedere che la scossa data da uno di questi animali non si propagava che attraverso i buoni conduttori e veniva arrestata dagli isolanti: che una serie di persone (il circuito elettrico più usato a quei tempi) era scossa solo nel momento in cui formava catena stringendosi la mano, proprio come avveniva con la bottiglia di Leyda. Mr. Walsh, non potendo però osservare la minima scintilla al chiudersi della catena, dà questa illuminante spiegazione. Osservando che tutto avviene come nella scarica di una batteria (di bottiglie di Leida), molto grande ma debolmente caricata che non dà forte commozione e, se la dà, la fornisce per contatto diretto, conclude che la torpedine scarica una grande quantità di fluido elettrico ma con poca energia (con una bassa tensione, secondo il mio linguaggio, dice Volta) di modo che la scarica della torpedine come quella della grande batteria (che si assomigliano per tutte le caratteristiche) non può superare la minima interruzione del circuito.

Ed ecco nel 1791 la grande scoperta elettrofisiologica di Galvani: scorticata la parte inferiore di una rana, con un arco metallico si tocca con una estremità il fascio di nervi lombari e con l'altra i muscoli di una gamba: appena effettuato il contatto, la rana è scossa violentemente come da convulsioni tetaniche.

Volta, che pure, come mostra la lettera citata, era ben al corrente di fenomeni elettrici in alcuni animali, partì piuttosto scettico a ripetere le esperienze di Galvani sollecitato dai colleghi fisiologici dell'ateneo pavese. Confermate le esperienze di Galvani, da par suo le elabora e le varia con la sua mentalità di fisico. Non riferirò qui della storica violenta ma sempre garbata polemica che oppose Volta a Galvani e all'Aldini e al Valli, polemica che ebbe alterne vicende, ben commentata da cultori della storia delle scienze fisiche, in particolare da Polvani, Gliozzi, Barbensi. Voglio solo ricordare che la polemica non fu sterile, portò Volta a nuovi esperimenti, a generalizzare gli effetti elettromotori ai contatti non solo tra i conduttori di prima specie, ma tra quelli di prima e seconda specie, e tra quelli di seconda specie tra di loro; portò infine Volta a liberarsi dalla rana quale sensibile milliamperometro (Volta, come dice Mario Gliozzi, aveva capito bene che la rana non era un elettroscopio fisico: questo rivela la tensione, quella il « trascorrimento del fluido elettrico » cioè la corrente) e, data la mancanza di misuratori fisici di corrente, a passare dal campo elettrodinamico al campo elettrostatico e a cercare di misurare le d.d.p. di contatto con mezzi puramente fisici: col molinello duplicatore di Nicholson e col suo elettroscopio condensatore nel 1799. Lo aveva portato prima a ordinare i metalli e i non metalli in base alla d.d.p. di contatto secondo la cosiddetta serie voltaica. Ed eccolo nel 1799 librarsi al di sopra di ogni polemica con uno strumento che non comprendeva nulla di biologico e che veramente apriva una nuova era di studio e di applicazione dei fenomeni elettrici: la pila.

Volta annuncia la sua invenzione in una lettera a Sir Joseph Banks presidente della Royal Society di Londra il 20 marzo 1800. La lettera è descrittiva degli oggetti e dei fatti senza nessun tentativo di spiegazione teorica: i fatti parlano da sé e questo stile è nella migliore tradizione della fisica sperimentale. Conviene qui lasciar parlare Volta: « Gli effetti sensibili ai nostri organi che produce un apparecchio formato da quaranta o cinquanta coppie di piatti (e anche da un numero meno grande, se, essendo uno dei metalli argento o rame, l'altro è zinco), non si ridurranno semplicemente a commozioni: la corrente di fluido elettrico, mosso e sollevato da un tal numero e specie di conduttori differenti, argento, zinco e acqua disposti alternativamente nel modo descritto, non suscita soltanto contrazioni e spasimi nei muscoli e convulsioni più o meno violente nelle membra che esso attraversa nel suo corso, ma esso imita anche gli organi del gusto, della vista, dell'udito, e dell'olfatto propriamente detto e produce sensazioni proprie a ciascuno.

E anzitutto, quanto al senso del tatto: se, per mezzo di un ampio contatto della mano (ben umettata) con una lama metallica, o meglio, immergendo profondamente la mano nell'acqua del bacino, io stabilisco da una parte una buona comunicazione con una estremità del mio apparecchio elettromotore (bisogna dare dei nuovi nome agli apparecchi nuovi, non solo per la forma, ma anche per gli effetti o per il principio da cui essi dipendono), e dall'altra parte io applico la fronte, la palpebra, la punta del naso, anche queste inumidite, o qualche altra parte del corpo, la cui pelle sia abbastanza delicata: se io applico, dico, con un po' di pressione, alcuna di queste parti delicate e ben umettate contro la punta d'un filo metallico, che va a comunicare convenientemente con l'altra estremità del detto apparecchio, io sento al momento che si compie così il circolo conduttore, nel punto toccato dalla pelle, e un po' al di là, un colpo e una puntura che passano presto e si ripetono tutte le volte che si interrompe e si ristabilisce questo circolo: di modo che se queste alternative sono frequenti, esse mi causano un tremolio e un pizzicore molto spiacevole. Ma, se tutte le comunicazioni continuano senza queste alternative, senza la minima interruzione del cerchio, io non risento più niente per alcuni momenti: passati i quali, comincia alla parte applicata alla punta del filo metallico un'altra sensazione, che è un dolore acuto (senza scossa) limitato precisamente ai punti del contatto, un bruciore

non soltanto continuo, ma che va sempre aumentando al punto di diventare insopportabile e che non cessa se non interrompendo il circolo.

Quale prova più evidente della continuazione della corrente elettrica, per tutto il tempo che le comunicazioni dei conduttori che formano il circolo continuano? Questa circolazione senza fine del fluido elettrico (questo moto perpetuo) può parere un paradosso, può essere inesplicabile: ma essa non è peraltro meno vera e reale, e si tocca per così dire con mano ».

Scriveva il Righi parlando di Volta e della pila in una lettura fatta in Como per il I Congresso nazionale di elettricità nel 1899: « Ed invero non si osservavano più fenomeni transitorii o di breve durata, ma effetti che sembravano incessantemente rinnovarsi: non era più la scarica istantanea di un condensatore, ma una scarica continuata, come se la scarica di quel condensatore mai si esaurisse: in certo modo non si trattava più di una massa d'acqua che d'un solo tratto cada da una grande altezza, ma di un maestoso fiume che tranquillamente scorra perenne ».

Come Volta sia arrivato alla sua invenzione possiamo capirlo da una « Memoria sull'identità del fluido elettrico col fluido galvanico », memoria letta all'Istituto di Francia nel novembre del 1801 presente Napoleone, che Volta aveva già incontrato nel 1796, inviato dal Municipio di Como a rendergli omaggio al suo ingresso in Milano. Era stato Napoleone a riconfermarlo all'Università, da cui la breve restaurazione austriaca l'aveva allontanato con tutto il corpo accademico. Volta dice chiaramente di aver desiderato di controllare la sommabilità delle d.d.p. di contatto Zinco-Argento, il che gli era riuscito disaccoppiando le coppie di conduttori « con un bullettino di cartone, di panno, di pelle inzuppato d'acqua ».

La pila immediatamente conquistò l'Europa e si aprirono tre principali filoni di ricerche:

— quello dei fenomeni elettrochimici
— quello tecnico di costruzione di pile più « potenti »
— quello di studio del « fluido » messo in moto dalla pila.

Volta perseguì soprattutto il terzo filone, il che, molto più tardi, gli è rimproverato da Ostwald, uno dei fondatori dell'energetica dei processi elettrochimici: ma egli lo fece probabilmente trascinato dall'ostinazione dei galvanici che persistevano nell'« eresia » di considerare il fluido galvanico diverso dal fluido elettrico. La polemica sui fluidi fu chiusa definitivamente dal grande Faraday nel 1833.

Ma la localizzazione delle f.e.m. nelle pile tormenta ancor oggi fisici ed elettrochimici: Volta aveva dato alla scienza e alla tecnica uno strumento fondamentale, ma aveva messo il dito su un punto ben delicato! Anche se oggi calcoliamo la f.e.m. globale di una catena galvanica con metodi termodinamici in base alla variazione dell'energia di Gibbs del processo chimico corrispondente al passaggio di carica di un Faraday in una cella reversibile e sappiamo legare il coefficiente di temperatura della f.e.m. alla variazione di entropia ovvero al calore scambiato reversibilmente con l'ambiente per effetto Peltier ai contatti, ancor oggi con gli elettrochimici ci diciamo impotenti a conoscere il potenziale interno o potenziale Galvani e quindi la localizzazione delle f.e.m.. Conosciamo invece quello che Volta già conosceva, il potenziale esterno alle varie fasi costituenti il sistema e le d.d.p. Volta ai contatti tra le varie fasi, e sappiamo anche le d.d.p. Volta dei vari contatti sono sommabili e sono pari alla f.e.m. in una catena regolarmente aperta, cioè terminante con morsetti dello stesso metallo. Quindi, come osservava lo scomparso collega Piontelli e mi hanno riferito i suoi allievi Pedeferri e Mazza, che qui ringrazio, insieme al prof. Cardani con il quale ho avuto illuminanti conversazioni in proposito, Volta non giunse per caso alla pila, ma vi giunse con corretto criterio operativo, studiando le catene di materiali che dessero per somma algebrica la massima d.d.p. Volta.

In una lettera al Van Marum, Volta mostra come con la sua pila si possano caricare batterie di condensatori e arrivare all'equilibrio tra f.e.m. della pila e tensione tra le armature del condensatore e in una seconda lettera, scritta nel 1802, intuisce la legge di Ohm in forma qualitativa con chiare distinzioni dell'ufficio della resistenza interna del generatore e della resistenza di carico. Che volete di più? Pensate che a Volta mancava un misuratore di corrente elettrica, e che solo la disponibilità della corrente continua che la pila poteva fornire avrebbe permesso lo studio delle interazioni tra correnti e magneti e delle interazioni elettrodinamiche tra correnti che sono alla base della nostra metrologia relative alle correnti e a tutta la nostra elettrotecnica.

Dall'Accademia di Francia e da Napoleone Volta ebbe grandi onori. E' interessante in proposito questo passo di Volta alla Sua consorte, nella lettera da Parigi subito dopo la presentazione della pila e la lettura della memoria su « l'identità del fluido elettrico con fluido galvanico »: « finito che ebbi di leggere, prese Bonaparte la parola ed, esaltando le mie scoperte e colmandomi di elogi, propose all'Istituto di decretarmi una medaglia d'oro, ecc.... in mezzo a tante cose che devono certo farmi piacere e che sono fin troppo lusinghiere, io non m'invaghisco a segno di credermi di più di quel che sono; e alla vita agitata da una vana gloria preferisco la tranquillità e dolcezza della vita domestica. Quindi è che sospiro di restituirmi a casa per abbracciare i cari figli e tutti voi ».

La polemica non sopita coi galvaniani lo spinse a scrivere tra il 1804 e il 1805 una memoria orga-

nica sulla pila, pubblicata dopo molte vicissitudini nel 1814. Fu l'ultima memoria di Volta.

Nello stesso anno 1804 Volta fece domanda di essere dimesso dall'Università di Pavia, ma Napoleone si oppose con queste parole: « Non posso consentire al ritiro di Volta. Se le funzioni di professore lo stancano, bisogna ridurle. Che faccia, se si vuole, solo una lezione all'anno, ma l'Università di Pavia sarebbe colpita al cuore il giorno ch'io permettessi che un nome così illustre sparisse dalla lista dei suoi professori. D'altronde, un buon generale deve morire sul campo dell'onore ».

Purtroppo negli ultimi anni la salute non lo sostenne più. Viene nominato da Napoleone Senatore del Regno d'Italia nel 1809 e conte nel 1814. Nel 1819 si ritira a vita privata a Como, presso i due figli rimastigli, Zannino e Luigi, dedicandosi alla preghiera e alla pratica religiosa nella fede cristiana in cui era stato educato e che aveva coltivato per tutta la vita.

Morì il 5 marzo 1827.

Le doti che più si ammirano in Volta sono quelle della perseveranza nella sperimentazione fisica, della acutezza nell'osservazione dei fenomeni naturali, della pazienza e della fantasia nella ripetizione e nella variazione delle esperienze per conseguire attraverso di essa la sicurezza delle affermazioni scientifiche. Possiamo dire in una parola che fu fra i migliori allievi di Galileo Galilei e tra i migliori maestri che le scienze fisiche abbiano avuto: fu l'uomo che, sistemata l'elettrostatica, aperse le porte dell'elettrodinamica e dell'elettromagnetismo.

Materiali conduttori

D. Pagani (*)

Relazione Generale alla LXXVIII Riunione Annuale AEI - Como 18 - 23 *Settembre* 1977

Signor Presidente, Signore, Signori

Quando l'A.E.I. mi ha invitato a tenere le Relazioni generali, riguardanti rispettivamente i materiali conduttori ed i materiali dielettrici, ho aderito di buon grado all'invito poiché avrei potuto riprendere ed estendere le considerazioni esposte a Palermo in occasione della inaugurazione della LXV Riunione dedicata al tema « dielettrici ed isolamento ». Nella premessa di quella relazione generale mettevo in evidenza, tra l'altro, come, pur prescindendo dal periodo 1897-1922 nel quale l'A.E.I. dedicava le sue riunioni ad argomenti vari, e riferendoci ai convegni tenuti a partire dal 1923, anno nel quale hanno avuto inizio i convegni A.E.I. dedicati a temi specifici, solamente le riunioni di Como (1927), Sorrento (1933), Bellagio (1954), alle quali possiamo ora aggiungere, la riunione di Palermo (1964), hanno dedicato i loro lavori ai materiali, e solamente nel convegno di Sorrento, ossia 44 anni or sono, sono stati esaminati i materiali impiegati nelle costruzioni e nelle applicazioni elettriche in generale.

L'intervallo di tempo suaccennato sembra eccessivamente lungo, data l'importanza del tema, specie in questi ultimi anni, nei quali il settore di taluni materiali ha subito e subisce tuttora una forte evoluzione. E' questa una opinione largamente condivisa negli ambienti tecnici e scientifici, tanto che, da qualche anno, diventa sempre più sentita, diffusa ed operante una iniziativa che si propone l'istituzione di una laurea in ingegneria dei materiali.

L'iniziativa è sorta in seguito alla constatazione che è necessario che la produzione, la trasformazione, la caratterizzazione e l'applicazione dei materiali, debbano essere affidate, in generale, a tecnici particolarmente qualificati, in grado di seguire e collaborare anche con settori collaterali alla loro specializzazione. Le industrie elettrotecnica ed elettronica sono tra le più qualificate per confermare le considerazioni suaccennate. E' sufficiente consultare l'elenco dei materiali normali di un'industria produttrice, ad es. di macchine elettriche, per constatare l'enorme varietà di materiali impiegati e per intuire la necessità di una caratterizzazione, richiedente la conoscenza della loro preparazione e delle loro applicazioni, mediante l'impiego di mezzi sperimentali da affidarsi a tecnici specializzati nella esecuzione e nella interpretazione dei risultati ottenuti.

E' per le considerazioni suaccennate che il Relatore ritiene particolarmente felice la scelta del tema della Riunione attuale, e ne raccomanda altre, da tenersi nei prossimi anni, dedicate ai diversi settori dei materiali, seguite da riunioni a tema generale aventi carattere riepilogativo e di coordinamento dei temi trattati in precedenza.

Nella presente Riunione sono stati presentati 83 lavori, così ripartiti: a) materiali conduttori; b) semiconduttori; c) dielettrici; d) materiali magnetici.

Come era da prevedersi, il numero delle comunicazioni riguardanti i dielettrici ed i semiconduttori è particolarmente elevato e denota la evoluzione dei due settori, lo sviluppo della sperimentazione e della ricerca tesa a rispondere ad interrogativi sempre più complessi, ed alla produzione di materiali sempre più rispondenti alle esigenze dell'applicatore.

Per quanto riguarda lo svolgimento dei lavori, i materiali conduttori verranno presi in esame sotto i seguenti aspetti: Le proprietà - I conduttori metallici e non metallici - I superconduttori e le loro recenti applicazioni. Ovviamente il Relatore terrà ben presente che le Relazioni generali non debbono essere eccessivamente pesanti, e che il tempo a disposizione è necessariamente breve, e su queste premesse regolerà la sua esposizione.

Lasciando ai Relatori speciali il compito di presentare le singole relazioni, ci si limiterà a dire che un primo gruppo di memorie riguarda la caratterizzazione ed i metodi di misura, mentre, in un secondo gruppo di lavori, vengono prospettate nuove applicazioni dei conduttori in alluminio ed il comportamento di conduttori metallici impiegati in applicazioni particolari. Carattere speciale rivestono le comunicazioni riguardanti i conduttori non metallici.

Le comunicazioni presentate in questa prima parte del gruppo dei conduttori si presta a due considerazioni: la prima, che lo studio dei conduttori metallici condotto finora ha risposto ad una larga parte degli interrogativi riguardanti questo tema, tanto da porre a disposizione dei trasformatori e degli applicatori una bibliografia di consultazione

* Prof. Dante Pagani, Professore Ordinario al Politecnico di Milano.

tecnico scientifica, riguardante i risultati di ricerche sulla conduttività e sui conduttori, con particolare riguardo alle loro proprietà, metodi di misura ecc. continuamente aggiornata, fino a pervenire alla emissione di norme ufficiali in campo nazionale ed internazionale. La seconda considerazione corregge un'impressione errata che potrebbe indurre taluni osservatori a ritenere che, per le constatazioni suaccennate, lo studio del settore dei conduttori metallici, abbia esaurito i suoi temi di ricerca. Le memorie presentate e gli argomenti trattati provano il contrario; dicono che l'evoluzione delle singole applicazioni propone sempre temi nuovi che conferiscono alla ricerca ed alla sperimentazione un ruolo di primaria importanza, anche in un settore che, come quello dei conduttori metallici, è stato, come si diceva, largamente studiato.

A questo proposito sembra doveroso riconoscere che le ricerche effettuate, in questo settore, sono state determinanti ai fini della evoluzione tecnologica, dovuta in gran parte alle acquisite conoscenze delle relazioni tra struttura e proprietà dei materiali metallici, conoscenza che ha esteso le possibilità di trasformazione dei metalli in conduttori, ampliandone i settori di impiego.

Un chiaro esempio ci viene fornito dai metalli più largamente impiegati per la produzione dei conduttori, quali il rame, l'alluminio ed altri. I diagrammi di stato, l'analisi micrografica, la strutturistica, la determinazione delle proprietà meccaniche, chimiche, fisiche ed elettriche, hanno consentito di determinare la relazione tra struttura e proprietà, e di dedurre le condizioni di lavorabilità, fino a pervenire a produzioni industriali di largo interesse ed applicazione, determinando, nel contempo, un profondo sviluppo dei metodi di misura, di analisi, di caratterizzazione e di ricerca in generale che, applicati in altri settori ne hanno facilitato l'evoluzione.

Al riguardo può essere opportuno accennare qui, a carattere esemplificativo, ad una tecnologia seguita per la produzione dei microconduttori in rame. Come è noto i microconduttori aventi diametri dell'ordine di 0.01 ÷ 0.02 mm, possono essere ottenuti, sia pure con qualche difficoltà, mediante trafilatura di rame purissimo, ossia rame nel quale sono tollerate le singole impurità come Pb, Sn ecc. nell'ordine di qualche unità per milione, ed un tenore di ossigeno combinato con il rame nell'ordine di 150 ÷ 200 ppm.

Secondo processi recentissimi, i microconduttori, possono essere ottenuti per filatura continua sottovetro del rame puro fuso, ossia mediante un processo che ricorda la filatura del vetro e di talune fibre chimiche. Infatti il rame purissimo, caricato in un contenitore di vetro a forma di cono con il vertice rivolto in basso, e mantenuto fuso da un riscaldatore ad induzione, viene « filato » attraverso il vertice del cono che funziona da « filiera » e successivamente raffreddato. Con il metodo suaccennato è possibile ottenere « spezzoni » di microconduttori della lunghezza di 3 000 m ed una produzione di 180 ÷ 250 m/minuto.

Secondo un'altra tecnologia fibre e filamenti vengono prodotti da un disco montato su di un albero raffreddato internamente posto orizzontalmente sopra un contenitore contenente il metallo fuso.

Il disco ruotante a velocità elevatissima preleva una piccola quantità di metallo fuso che, aderendo al disco stesso, per un tempo breve, solidifica sotto forma di filamento che successivamente viene staccato dal disco.

L'esempio è particolarmente significativo e pone in evidenza la realizzazione di una produzione altamente qualificata, impiegata, tra l'altro nella industria elettronica missilistica, realizzata mediante una tecnologia particolarmente raffinata e con l'ausilio di metodi analitici, talmente perfezionati da consentire la identificazione e determinazione di impurità presenti nel metallo allo stato di tracce.

L'esemplificazione potrebbe essere completata con la presa in esame dell'applicazione dell'isolamento ai conduttori, allo scopo di mettere in evidenza che, mentre da anni si producono conduttori isolati, solamente in questi ultimi anni il processo di adesione dello smalto al conduttore, è stato chiarito dal lato chimico-fisico, come un caso particolare del tema generale riguardante l'adesione di un rivestimento organico ad una superficie metallica.

Una formulazione in termini quantitativi del fenomeno di adesione è stata condotta mediante una impostazione termodinamica che offre la possibilità di definire in modo adeguato le grandezze in gioco, quali il lavoro di adesione. Questo a sua volta può essere correlato con le proprietà fisiche del materiale a contatto e con l'eventuale formazione di interazioni specifiche di tipo chimico.

Le finalità perseguite nel settore dei conduttori sono altamente significative, ma altri interrogativi si sono presentati con l'introduzione delle tecnologie di impiego altamente automatizzate, e produzioni sempre più impegnative che nel corso della loro realizzazione presentano interrogativi particolari. Sembra interessante riportare qui il caso delle particolari condizioni nelle quali viene a trovarsi un conduttore di rame impiegato nella costruzione di turbo alternatori di grande potenza. A causa del diverso coefficiente di dilatazione del rame, nei confronti dell'acciaio impiegato per la costruzione del rotore, gli avvolgimenti sono soggetti ad una sollecitazione longitudinale di compressione con conseguente deformazione per « scorrimento » (creep). Ricerche approfondite hanno consentito di chiarire la causa e l'entità delle deformazioni suaccennate anche in funzione della temperatura.

Si è rilevato infine che si ottiene una resistenza meccanica alle sollecitazione delle forze dinamiche e di corto circuito impiegando, in luogo dei conduttori in rame, leghe di Rame/Argento (Ag 0,1%).

Ed il tema rimane sempre aperto: fino quando trasformatori ed applicatori potranno disporre dei quantitativi di rame occorrenti per le varie applicazioni industriali, e fino a quando tali applicazioni saranno tecnicamente, ma soprattutto economicamente, valide?

Il tema rame, alluminio, ossia dei due metalli più largamente impiegati per la produzione dei conduttori è noto sotto l'aspetto sia tecnico che economico. Numerosi lavori sono stati condotti per mettere in evidenza le proprietà, i costi ed i campi di applicazione. Alcuni dei lavori suaccennati sono stati presentati già alla 38ma Riunione AEI tenutasi a Sorrento nel 1933 e nella Riunione attuale. Ma il tema « conduttori in rame alluminio », ai quali possiamo aggiungere anche altri metalli, potrebbe presentarsi in avvenire con premesse diverse dalle attuali e porre interrogativi di non facile risposta, sia sul piano tecnico che economico. Il cammino percorso dai conduttori è veramente rimarchevole per quanto riguarda la loro evoluzione sia qualitativa che quantitativa e costituisce un esempio delle finalità che si possono perseguire dalla collaborazione proveniente da differenti discipline.

Come si è detto, nel capitolo dei conduttori sono stati inclusi i *conduttori non metallici.* Si tratta di un tema che sempre più richiama l'attenzione dei tecnici. In particolare vengono studiate le dispersioni ottenute disperdendo in un polimero materiali conduttori fino ad ottenere una dispersione elettricamente conduttrice. Le difficoltà che si presentano sono, fondamentalmente; la scelta del polimero e del materiale conduttore, nonché l'effettuazione della sua dispersione nel polimero stesso, in modo da ottenere una distribuzione uniforme, tale da conferire alla dispersione una uniformità di proprietà, e stabilità nel tempo. Tema non facile, specie per quanto riguarda l'ottenimento di dispersioni stabili.

L'esame dei conduttori chiude con una voce di rilievo: i *superconduttori.*

Come è noto la resistenza elettrica di un conduttore metallico aumenta con la temperatura, ad eccezione di qualche composto, quali ad es. il solfuro di ferro ed il carbonio per i quali la resistenza diminuisce quando la temperatura aumenta.

Per la generalità dei conduttori metallici ci si potrebbe quindi attendere che, ad una data temperatura, la resistenza elettrica si annulli. Tale temperatura, dato che la resistenza è pressoché proporzionale alla temperatura assoluta del conduttore, dovrebbe aggirarsi intorno allo zero assoluto. In realtà, mediante determinazioni sperimentali si è rilevato che per taluni metalli, quali il mercurio, il piombo, lo stagno, il tallio ed altri, la resistenza si annulla a temperature basse prima di pervenire allo zero assoluto. Mentre per altri metalli, alcuni dei quali sono compresi tra i migliori conduttori, come il rame, l'argento, l'oro ed il bismuto, l'annullamento della resistività non segue l'andamento suaccennato.

Questo fenomeno, come è noto, viene denominato *superconduttività*, e *superconduttori* i metalli e le leghe per i quali la resistività si annulla in prossimità dello zero assoluto. Tra i superconduttori vengono comprese talune leghe metalliche costituite da metalli che singolarmente non vengono ascritti tra i superconduttori.

La superconduttività, pur essendo stata scoperta nel 1911 da Kamerligh Onnes, è ancora attivamente studiata, dando luogo ad interpretazioni diverse, e ad interessanti applicazioni.

Per coloro che non avessero avuto occasione di occuparsi di questo argomento ci si intratterrà brevemente per chiarirne gli aspetti fondamentali.

Onnes, in un suo diagramma citato sovente « Variazione del rapporto della resistività R/R_0 (riportata sulle ordinate) in funzione della temperatura » (riportata sulle ascisse) rileva che, per il platino, avvicinandosi allo zero assoluto, la resistività diminuisce sempre meno sensibilmente, fino ad assumere un andamento parallelo all'asse delle ascisse, ossia valori pressoché costanti; mentre, per il mercurio, quando la temperatura raggiunge i 4,15 K, cade bruscamente a zero. Lo stesso avviene ad es. per argento e stagno. Mentre per quest'ultimo la resistenza diventa zero ad una temperatura di 3,72 K, per l'argento si può dire che la resistenza, a partire da 15 K fino allo zero assoluto, mantiene lo stesso valore. A questo si deve aggiungere che, mentre per un conduttore normale, la presenza di impurità, sia pure lieve (1 parte per milione) influisce sul valore della sua resistenza elettrica, nei superconduttori la resistenza non varia anche quando le impurità sono presenti in quantità apprezzabili. Nel superconduttore si può far passare una corrente permanente che, mantenendo la temperatura al disotto della T_c, può essere mantenuta per lungo tempo. Però se si aumenta l'intensità di corrente al disopra di un certo limite, denominato *valore soglia di corrente*, il superconduttore perde le sue proprietà e diventa un conduttore normale.

Di particolare importanza l'influenza di un campo magnetico sui superconduttori. Se il campo magnetico supera un'intensità critica, la resistività del superconduttore può riprendere progressivamente un valore normale, seguendo una curva che si sposta sensibilmente dalla curva seguita nel corso della diminuzione della resistenza, in funzione dell'abbassamento dell'intensità del campo magnetico. L'andamento delle curve di transizione nel diagramma « Resistenza elettrica in funzione dell'intensità del

campo magnetico », consentono di concludere che nei superconduttori, sotto l'influenza di un campo magnetico, si stabilisce un fenomeno di isteresi.

Particolare importanza riveste inoltre l'effetto Meissner. Un cilindro metallico posto in un campo magnetico, avente una direzione perpendicolare all'asse del cilindro, viene attraversato dalle linee di forza, mentre se il cilindro è di metallo superconduttore e viene portato al disotto della temperatura di transizione, le linee di forza non attraversano, ma lambiscono superficialmente la superficie del cilindro stesso.

La superconduttività è influenzata molto dallo stato cristallino del conduttore, dalla eventuale isotropia e dalle deformazioni dovute a sollecitazioni meccaniche.

Esistono parecchie possibilità di applicazione dei superconduttori: produzione di film sottili, strutture filamentari e quelle realizzazioni tecnologiche che costituiscono la premessa per pervenire alle produzioni di interesse industriale, quali ad es. cavi, magneti e macchine elettriche.

Ovviamente le realizzazioni suaccennate richiedono primariamente la disponibilità di materiali che uniscano alla superconduttività proprietà meccaniche, ed una stabilità strutturale tale da consentire la realizzazione di quelle applicazioni che attualmente vengono realizzate mediante l'impiego dei materiali tradizionali. L'attenzione dei tecnici è particolarmente rivolta verso due grossi temi: i cavi e le macchine elettriche rotanti, realizzazioni che presentano difficoltà veramente notevoli sia dal punto di vista tecnico che economico, per la quantità di problemi che la realizzazione, ad es. di un motore o di un alternatore, presenta. D'altra parte la necessità di una maggiore produzione e trasporto di energia, renderà inevitabile la produzione di macchine di potenza maggiore delle pur grandi potenze che caratterizzano le macchine prodotte attualmente; di qui la necessità di studiare la realizzazione di macchine nelle quali gli attuali materiali normali vengano sostituiti dai superconduttori.

Le realizzazioni a carattere sperimentale, effettuate finora, sia nel campo della progettazione che nel campo della realizzazione, se hanno chiarito e risposto ad alcuni interrogativi, ne hanno creati altri, confermando le difficoltà previste, e proiettata in un futuro non immediato la realizzazione suaccennata.

Volendo fare il punto dei materiali attualmente a disposizione del tecnico, si può dire che, per quanto riguarda il raffreddamento dei conduttori, questo viene effettuato mediante elio liquido. Tra gli isotopi dell'elio si preferisce l'elio 3, un gas che è caratterizzato da una temperatura di ebollizione di 3.19 K, alla pressione di 1 atmosfera e che non diventa un superfluido.

Per quanto riguarda i materiali metallici si può dire che una ventina di elementi, numerose leghe e composti intermetallici, sono superconduttori. Per es. stagno, piombo, niobio, vanadio e tantalio sono caratterizzati da T_c rispettivamente: 3,72; 7,18; 8,7; 5,13 e 4,45 K.

La lega niobio-gallio è caratterizzata da una T_c di 20,3 K ed è in grado di mantenere lo stato di superconduttività anche sotto l'azione di campi magnetici molto intensi.

La lega niobio-alluminio-germanio ha una T_c di 21 K. Le leghe niobio-zirconio e niobio-titanio diventano superconduttori ad una T_c di 9,5 e di 8,7 K. Quest'ultima, in condizioni di superconduttività, può raggiungere una densità di corrente di 50 A/mm^2.

Le leghe niobio-stagno e niobio-alluminio annullano la loro resistenza a 17,9 e 18 K.

Le temperature critiche dei componenti suaccennati sono particolarmente interessanti poiché si avvicinano alla temperatura di ebollizione dell'idrogeno che, ad una atmosfera di pressione, è di 20,37 K.

Per quanto riguarda le applicazioni, gli studi più approfonditi sono stati condotti dagli USA, dal Giappone e dalla Germania, nei settori della produzione e del trasporto di energia, e nei trasporti terrestri.

Tra i lavori effettuati si ricordano qui l'impiego di superconduttori a multifilamenti in lega niobio e titanio, inglobati in rame per la produzione di grandi elettromagneti impiegati per lo studio delle particelle fisiche elementari. Il dimensionamento dei superconduttori viene calcolato in modo che, in relazione all'induzione voluta, alla densità di corrente ed alla temperatura di funzionamento ($\simeq 4{,}2 \div 6$ K), non si esca dalle condizioni di superconduttività.

Per quanto riguarda le macchine elettriche rotanti i superconduttori costituiscono l'avvolgimento induttore raggiungendo induzioni più elevate con minore consumo di potenza.

Un'altra applicazione di particolare interesse è l'impiego dei superconduttori nella costruzione di bobine per magneti da sistemare a bordo di un veicolo. Pur prescindendo da considerazioni economiche, non esiste attualmente un impianto che presenti caratteristiche e dimensioni tali da consentirne l'istallazione a bordo dei veicoli.

Nella sezione dedicata ai superconduttori sono state presentate due memorie dedicate entrambe all'impiego dei superconduttori nella costruzione delle macchine elettriche. Si tratta di un contributo particolarmente utile data la natura del tema e date le difficoltà che presenta la sua trattazione, specie se si vuole uscire dalle considerazioni teoriche, per entrare nel vivo delle ricerche sperimentali. Gli AA, dopo una breve rassegna riguardante i materiali superconduttori, prospettano i problemi che si presentano per il loro impiego nella costruzione delle

macchine elettriche, con particolare riguardo all'alternatore ed ai cavi superconduttori.

E' un contributo ad un tema al quale si sono dedicati, specialmente all'estero, i costruttori di macchine elettriche e di cui la trattatistica e la letteratura tecnica e scientifica, in questi anni, riportano i risultati e per i quali, come si è detto, le realizzazioni industriali sembrano proiettate in un futuro non immediato.

Nel suo insieme, il settore dei conduttori, presenta un notevole interesse. Sono state presentate delle memorie riguardanti temi di base e temi particolari, interessanti i primi, per completare ed aggiornare quella visione di insieme di un singolo settore che, qualche volta, viene a mancare quando si è chiamati ad occuparsi prevalentemente di argomenti speciali; utili gli altri, perché possono chiarire e portare un contributo a soluzioni di problemi interessanti l'attività di taluni dei partecipanti alle riunioni attuali.

Considerazioni conclusive positive dunque, che consentono di prevedere che le varie riunioni di lavoro porteranno a risultati proficui. Questo è l'augurio che il Relatore porge ai partecipanti ai lavori della LXXVII Riunione in generale e della sezione conduttori, in particolare.

LXXIX RIUNIONE ANNUALE DELL'AEI

Calabria, settembre 1978

I Tema: L'energia elettrica dalle fonti primarie alla utilizzazione. Economia e risparmio energetico.

Relatore Generale: PROF. ARNALDO M. ANGELINI

1 - La razionalizzazione nell'uso delle fonti di energia nella produzione di energia elettrica; soluzioni e prospettive.

2 - L'impiego delle fonti di energia integrativa per la produzione di energia elettrica; soluzioni e prospettive.

3 - Funzioni di riserva e di accumulo del sistema elettrico per l'utilizzazione delle fonti discontinue.

4 - L'estensione dell'impiego dell'energia elettrica come tramite per l'utilizzazione delle fonti energetiche.

5 - Razionalizzazione del consumo di energia elettrica nel settore domestico e nel settore industriale (eliminazione degli sprechi).

II Tema: Telecomunicazioni con mezzi mobili. (*)

Relatore Generale: PROF. ANTONIO GIGLI

1° Sottotema: Sistemi di telecomunicazioni per i servizi con terminali mobili terrestri

2° Sottotema: Sistemi di telecomunicazioni per i servizi con terminali mobili marittimi

3° Sottotema: Sistemi di telecomunicazioni per i servizi con terminali mobili aeronautici

Argomenti comuni ai tre sottotemi:

— Stato attuale dell'arte:
  a) servizi e sistemi esistenti
  b) impiego attuale dello spettro
  c) problemi gestionali

— Evoluzione delle tecniche e dei servizi
  a) nuovi mezzi trasmissivi
  b) nuovi metodi di codifica e di modulazione
  c) ottimizzazione dell'impiego dello spettro
  d) sistemi di avvistamento e radar
  e) previsione sui futuri sviluppi dei servizi

4° Sottotema: Sistemi di telecomunicazioni per i servizi con terminali mobili spaziali

Argomenti:

  a) comunicazioni con mezzi mobili usati per l'esplorazione dello spazio extraterrestre e dello spazio profondo
  b) rilancio dati tra satelliti
  c) varie

(*) Con la collaborazione del Gruppo di Telecomunicazioni.

I sottotemi sono suscettibili di ulteriori precisazioni.

Ricordiamo che per una corretta preparazione della Riunione, i titoli e i riassunti delle memorie dovranno pervenirci entro il **31 gennaio 1978** e i testi definitivi entro il **15 maggio 1978.**

Materiali semiconduttori

E. De Castro

Relazione Generale alla LXXVIII Riunione Annuale AEI - Como 18 - 23 *Settembre* 1977.

Fra i materiali che per le loro proprietà elettriche interessano l'Ingegneria, i semiconduttori giuocano un ruolo piuttosto singolare. Adoperati agli albori della Radiotecnica nei raddrizzatori a contatto puntiforme e presto dimenticati (o quasi) soprattutto per l'estrema variabilità delle loro caratteristiche, rientrano in gioco durante il II° conflitto mondiale con i « mixer » dei circuiti a microonde dei Radar, si affermano con i transistori negli anni '50 ed infine, con i circuiti integrati al Silicio, con i dispositivi per microonde al GaAs e con la Fotoelettronica, si impongono dal '60 in poi in una enorme varietà di applicazioni.

La singolarità della vicenda ha almeno due poli di interesse: l'uno per il lungo periodo di silenzio intercorso fra la prima apparizione dei dispositivi a semiconduttori e la loro definitiva affermazione; l'altro per la gamma straordinariamente vasta di applicazioni cui si adattano in modo egregio le proprietà dei materiali semiconduttori, consentendo la realizzazione di dispositivi semplici e robusti, di grande affidabilità.

Entrambe le circostanze hanno precise ragioni, che è interessante analizzare anche se molto brevemente. Per brevità, ometterò le citazioni bibliografiche che, in questo settore, avrebbero proporzioni preoccupanti.

I semiconduttori devono il loro nome alla proprietà di avere una conducibilità elettrica con ordine di grandezza compreso fra 10^{-10} e 10^{4} $(\Omega\ \mathrm{cm})^{-1}$, intermedio fra quelli relativi ai buoni isolanti ed ai buoni conduttori; proprietà questa piuttosto vaga, dato l'ampio intervallo di valori della conducibilità stessa, i cui limiti, com'è ovvio, non rappresentano confini ben definiti.

Ben più caratteristica è la proprietà di avere, a differenza dei conduttori, una conducibilità fortemente crescente con la temperatura. Ma soprattutto rilevante, specie per quanto mi accingo ad illustrare, è il fatto che i fenomeni elettrodinamici nei semiconduttori, ed in special modo i fenomeni di trasporto dell'elettricità, siano grandemente influenzati da tre condizioni fisiche peculiari:

a) in primo luogo hanno importanza il contenuto di impurezze, anche in minime concentrazioni, ed il modo in cui le impurezze stesse si inseriscono nella struttura del materiale. Per avere una idea dell'entità di questo effetto, basta pensare che se in un monocristallo di Silicio si sostituisce un atomo di Si con uno di P, una volta ogni cento milioni di atomi, la conducibilità del monocristallo cambia di ben cinque ordini di grandezza. E non si tratta di un fatto eccezionale, nè per quanto riguarda il materiale (il Silicio), nè per quanto concerne la natura dell'impurezza (qualsiasi impurezza pentavalente produce infatti i medesimi effetti e qualsiasi impurezza trivalente ne produce analoghi).

b) In secondo luogo i fenomeni elettrodinamici nei semiconduttori sono grandemente influenzati dallo stato delle superfici « attive », cioè dallo stato delle superfici di contorno del materiale, in prossimità delle quali passi una frazione importante delle correnti in gioco. Come avviene in strutture di enorme interesse applicativo, quali sono i microcircuiti MOS.

c) In terzo luogo i fenomeni elettrodinamici nei semiconduttori sono generalmente assai influenzati dal fatto che il materiale si trovi o no nello stato di monocristallo. Circostanza questa così rilevante che una interessante e forse promettente categoria di memorie riprogrammabili si basa proprio sulla possibilità di provocare transizioni molto localizzate, veloci e reversibili da stati disordinati (cioè amorfi) a stati ordinati (cioè cristallini) in taluni semiconduttori composti, sotto l'azione di sollecitazioni energetiche di natura elettrica oppure ottica. I due stati infatti, quello amorfo e quello cristallino, corrispondono a caratteristiche elettriche del materiale profondamente diverse. Ed è di grande interesse il fatto che la velocità di queste transizioni esclude che possa trattarsi di un puro e semplice fenomeno di fusione e di successiva cristallizzazione.

Ciò che stupisce, di primo acchito, è che con i semiconduttori sembra invertita la consueta norma secondo cui a piccole cause devono corrispondere piccoli effetti; almeno le prime due circostanze accennate (in realtà tutte e tre) indicano che a cause piccolissime corrispondono effetti enormi!

Ed è facile riconoscere come tutte e tre le suddette circostanze concorrano a spiegare il lungo periodo di gestazione, che ha preceduto la sistematica applicazione dei materiali semiconduttori.

(*) Prof. Ercole De Castro, Ordinario di Elettronica Applicata nella Facoltà di Ingegneria dell'Università di Bologna.

La possibilità di effettuare esperimenti facilmente riproducibili, per catalogare i fenomeni, isolando quelli essenziali, ha richiesto infatti lo sviluppo di una tecnologia estremamente raffinata. Capace, ad esempio, di produrre monocristalli di Silicio con una concentrazione di impurezze incontrollate inferiore a $10^{10} \div 10^{11}$ cm^{-3} (ciò che equivale a rapporti fra numero di atomi di impurezza e numero di atomi di Silicio non superiori a $1/10^{12} \div 1/10^{13}$); di inserire impurezze volute in modo sostituzionale nel reticolo cristallino; di creare, all'interno del semiconduttore, regioni variamente drogate con le impurezze sostituzionali, onde ottenere prefigurate asimmetrie nelle prestazioni dei dispositivi; di mantenere le superfici attive dei materiali stessi in stati con caratteristiche microscopiche rigorosamente controllate. E' ovvio che una tecnologia a tal punto raffinata, di gran lunga più raffinata di quelle disponibili, non poteva essere frutto di tentativi empirici, ma solo di una profonda conoscenza dei fatti. I quali fatti, per potere essere osservati in condizioni di ragionevole semplicità, richiedevano d'altra parte la disponibilità della stessa tecnologia ad uno stadio assai avanzato di perfezione.

Questo eccezionale stato di cose (evidentemente conseguenza dei grandi effetti che nei semiconduttori sono prodotti da piccolissime cause) costituiva un giro vizioso, che non poteva risolversi se non con un colpo di genio (anzi con parecchi colpi di diversi genii), ossia con l'elaborazione di un modello concettuale, fisico-matematico, di tipo microscopico, che consentisse di orientare la ricerca sperimentale e di giungere simultaneamente, attraverso intelligenti ipotesi di lavoro, allo sviluppo della tecnologia ed alla verifica della teoria.

Ma questo modello tardò ad arrivare, perchè il comportamento delle cariche mobili all'interno di un corpo solido (cioè il comportamento degli elettroni), sotto l'azione degli intensi campi di forze interatomici, fortemente variabili su distanze piccolissime, risulta profondamente diverso da quanto è prevedibile con le leggi della Fisica Classica. Tale modello, elaborato sostanzialmente fra il 1930 ed il 1940, può considerarsi una delle più brillanti applicazioni della Teoria Quantistica, a sua volta sviluppata (almeno per quanto è essenziale ai fondamenti della Fisica dei solidi) fra il 1900 ed il 1930, con una forte concentrazione di risultati basilari nel breve arco di tempo che va dal 1924 al 1927.

L'applicazione sistematica delle idee quantistiche portò ad una approfondita comprensione di tutti i principali fenomeni conosciuti nei materiali allo stato cristallino, che sono ovviamente i più facili da descrivere, e conseguentemente innescò uno straordinario processo innovativo, iniziato con l'invenzione del transistor e culminato nello sviluppo dei circuiti integrati.

Si comprese che all'interno di un cristallo le sole particelle cariche suscettibili di dare luogo a fenomeni di trasporto dell'elettricità, appunto gli elettroni, sotto l'azione di sollecitazioni esterne (come quelle derivanti da tensioni applicate), si comportano in modo assai diverso, qualitativamente diverso, in relazione ai valori dell'energia posseduta. Vi sono moltitudini di elettroni che, in virtù di certe simmetrie, non danno luogo ad alcun effetto di trasporto. Queste stesse moltitudini, per l'interruzione delle simmetrie provocata dalla mancanza di un elettrone di energia relativamente elevata, danno luogo invece ad effetti macroscopici equivalenti a quelli che produrrebbe una singola carica positiva, di massa opportuna, soggetta alle leggi della Meccanica Classica: nasce così il concetto di « lacuna » nella « banda di valenza » dei semiconduttori, che è fra i più interessanti e caratteristici.

Singoli elettroni dotati di energie ancor più elevate, al limite inferiore della così detta « banda di conduzione », reagiscono invece alle sollecitazioni esterne come particelle classiche di carica negativa (come è appunto la carica dell'elettrone), dotate però di una massa apparente generalmente assai diversa da quella che compete all'elettrone stesso nello spazio libero; massa apparente che, sotto l'azione di sollecitazioni abbastanza intense, in taluni semiconduttori composti (come GaAs), può subire brusche variazioni e dare luogo conseguentemente a tipici effetti di resistenza differenziale negativa.

Si comprese finalmente il ruolo delle impurezze sostituzionali tri e pentavalenti: e cioè che alle temperature ordinarie ogni atomo delle prime crea una lacuna nella banda di valenza, mentre ogni atomo delle seconde rende disponibile un elettrone nella banda di conduzione. Si comprese in particolare il singolarissimo fenomeno della « compensazione », largamente sfruttato nei moderni processi tecnologici, in virtù del quale la presenza simultanea di una impurezza trivalente e di una pentavalente non porta affatto alla formazione di una coppia elettrone-lacuna, bensì alla neutralizzazione degli effetti delle stesse impurezze.

Una coppia elettrone-lacuna viene invece prodotta in conseguenza della transizione di un elettrone dalla banda di valenza alla banda di conduzione, ovviamente con l'assorbimento dell'energia che separa le due bande; il che può avere luogo per effetto termico, oppure per effetto ottico, oppure in seguito ad urti con particelle materiali di varia natura. Mentre la transizione inversa, con uno scambio energetico di segno opposto, porta all'eliminazione di una coppia. E poichè i fenomeni elettrodinamici dipendono in modo essenziale dalla concentrazione di questi « portatori di carica » (gli elettroni con energia nella banda di conduzione e le lacune nella banda di valenza), si comprende come i semiconduttori siano intrinsecamente idonei a stabilire accoppiamenti elettroottici, termoelettrici ed altri ancora. Di qui l'estesa applicazione di questi materiali nei dispositivi fotorivelatori e rivelatori di particelle, negli emettitori di luce ed in particolare

negli emettitori di luce coerente (cioè nei laser), nei termistori ed in altri dispositivi termoelettrici. Inoltre la possibilità di creare all'interno di un semiconduttore regioni variamente drogate con impurezze sostituzionali, quindi con forti gradienti della concentrazione dei portatori di carica, introduce nei meccanismi di trasporto un rilevante effetto di diffusione, che si sovrappone a quello ohmico, col risultato di dare luogo alle caratteristiche unidirezionali, su cui si basa in modo essenziale il funzionamento di dispositivi anomali come raddrizzatori e valvole. Vale la pena di rilevare, incidentalmente, che è proprio dalla sovrapposizione degli effetti ohmico e diffusivo che deriva la possibilità di capire e di valutare la distribuzione dei potenziali di contatto nelle giunzioni fra regioni variamente drogate di uno stesso semiconduttore, o fra semiconduttori diversi, o fra semiconduttori ed altri corpi solidi, cui accennava ieri il Prof. Gatti nella sua bella commemorazione Voltiana.

Infine la combinazione di questi ultimi effetti con le interazioni di tipo elettro-ottico, o termoelettrico, oppure con quelle derivanti da urti con particelle materiali, allarga ulteriormente il vasto panorama fenomenologico, che è tipo dei materiali semiconduttori. Ed è proprio questa varietà della fenomenologia, con la possibilità di regolarne i diversi effetti pressochè a nostro piacere, che spiega la eccezionale versatilità dei semiconduttori stessi nei confronti delle applicazioni: il secondo polo di interesse nella loro storia.

In poco meno di trent'anni, dall'invenzione del transistor, è stato fatto un lungo cammino sulla via delle applicazioni dei materiali semiconduttori. Eppure quel che è stato compreso chiaramente, selezionato e sfruttato largamente sul piano industriale riguarda essenzialmente una sola categoria di semiconduttori particolarmente semplice: quella dei monocristalli, la cui struttura, per il fatto di ripetersi periodicamente nello spazio, può essere descritta con pochissimi parametri.

Già nel caso dei semiconduttori policristallini la comprensione dei fenomeni di trasporto dell'elettricità è assai più malsicura, perchè l'agglomeramento di un grande numero di minuscoli monocristalli, con dimensioni ed orientazioni aleatorie, dà origine a complicati effetti alle interfacce fra le diverse isole monocristalline; effetti tuttora oggetto di congetture. Nondimeno l'altissimo livello raggiunto dalla tecnologia consente l'uso di film semiconduttori policristallini in talune applicazioni di notevole interesse, come nella costruzione dei dispositivi MOS con « gate » di Silicio policristallino, oppure (ed allora si tratta di composti ternari, come $Pb_x Sn_{1-x} Te$) nella realizzazione di rivelatori per infrarosso di grande sensibilità, di cui si vanno facendo svariati usi industriali, militari e, certo i più affascinanti, nella ricerca cosmologica, che da poco più di un decennio offre agli sperimentatori obiettivi concreti di eccezionale importanza.

Per quanto riguarda i materiali amorfi, in particolare i semiconduttori amorfi, lo stato delle conoscenze sui fenomeni di trasporto dell'elettricità è giudicato piuttosto pessimisticamente nella premessa con cui uno dei maggiori studiosi dell'argomento, il Prof. Mott di Cambridge, iniziò una sua conferenza alla « Scuola estiva NATO sui fenomeni di trasporto nei solidi » nel 1975: « Il mio scopo è di mostrare quanto sia aperto l'argomento che riguarda la conduzione dell'elettricità nei materiali non cristallini e quale enorme disaccordo esista nella interpretazione degli esperimenti ». Sono le parole di Mott, che sembrano riportarci, s'intende per i materiali amorfi, alla situazione di cinquant'anni fa.

Ma non è così, fortunatamente. Mott alludeva infatti alla difficoltà di interpretare fenomeni su cui una tecnologia ormai estremamente raffinata consente di sperimentare in modo rigorosamente controllato. E proprio qui sta l'enorme differenza fra le due situazioni.

Inoltre le difficoltà di interpretazione non derivano dalla mancanza di un modello fisico su cui ragionare: non vi è il minimo dubbio infatti sulla validità dello stesso modello che ha avuto tanto successo nello studio dei cristalli; il fatto è che risulta molto più difficile applicarlo e trarne delle conseguenze chiare e di validità generale. E questo perchè l'ordine nella distribuzione degli atomi di un materiale è un parametro « critico », nel senso che anche piccoli scostamenti da una configurazione ordinata producono sostanziali mutamenti negli stati dinamici di quegli elettroni che possono dare contributo ai fenomeni di trasporto. E l'accresciuto numero di parametri necessari a descrivere la struttura di un materiale amorfo costringe la teoria a drastiche schematizzazioni della realtà.

Eppure alcune idee generali, sia pure sostanzialmente qualitative, ma indispensabili per orientare le ricerche, possono ritenersi acquisite per merito di studiosi di grande valore come lo stesso Mott, Anderson ed altri: l'effetto di localizzazione degli stati elettronici, il meccanismo di trasporto per « hopping », il fenomeno della percolazione applicato a questo ordine di problemi sono fra i punti di riferimento più importanti.

Col supporto di una tecnologia assai raffinata, i risultati sperimentali si riproducono facilmente. E le motivazioni applicative non mancano, se si pensa all'economia derivante dalla eliminazione dei processi di crescita dei monocristalli ed alla prospettiva di sfruttare fenomeni che non richiedono l'uso di materiali di estrema purezza. Fenomeni del tutto sconosciuti cinquant'anni fa, come quelli relativi alle transizioni localizzate, veloci e reversibili dallo stato amorfo a quello cristallino, cui ho già accennato; e come probabilmente altri fenomeni ancora da scoprire, nascosti nella nebbia che avvolge queste questioni.

Non a caso, da dieci anni a questa parte, le ricerche sui semiconduttori amorfi si vanno rapidamente

intensificando e si va accumulando una notevole mole di risultati sperimentali, sia pure con interpretazioni spesso incerte e talvolta contraddittorie. In queste incertezze ed in queste contraddizioni sta, del resto, la molla che spinge a nuovi spunti interpretativi, a nuovi esperimenti, quindi a nuovi risultati. E così ad applicazioni ormai ben consolidate, come quelle dei film amorfi ad alta fotoconducibilità nei processi xerografici, già si vanno affiancando prospettive di applicazioni nuove, basate proprio sulle diverse proprietà elettriche ed ottiche degli stati cristallino ed amorfo, che possono essere indotti reversibilmente in regioni estremamente piccole di film semiconduttori amorfi di opportuna composizione. Prospettive che riguardano da un lato il fondamentale settore delle memorie per calcolatori elettronici, come ho accennato, e dall'altro, probabilmente assai più interessante come novità, quello della memorizzazione di immagini, con possibilità di cancellazioni, di duplicazioni e di sovrapposizioni, con una flessibilità e con una immediatezza del tutto sconosciute agli attuali processi fotografici; e con conseguenze facilmente immaginabili per le implicite possibilità di concepire sistemi di elaborazione di informazioni ottiche completamente nuovi.

Si tratta di prospettive concrete, su cui incombono però le incertezze che sempre accompagnano il trasferimento dei risultati dai laboratori di ricerca alla fase di industrializzazione.

Allo stesso tempo continuano senza soste anche le ricerche sui semiconduttori allo stato cristallino, sia per comprendere le proprietà di materiali nuovi (come i composti a struttura lamellare di caratteristiche fortemente anisotrope), sia per affinare la conoscenza e l'interpretazione dei fenomeni di trasporto nei materiali conosciuti in eccezionale condizioni di lavoro (come ad alti campi od a basse temperature), sia infine per trovare nuove applicazioni dei materiali tradizionali, com'è avvenuto per i microcircuiti con dispositivi a trasferimento di carica, che hanno aperto prospettive di grande interesse in svariati settori dell'elettronica applicata. Per la prima volta ci è data la concreta opportunità di introdurre nei sistemi analogici subsistemi monolitici a larga scala di integrazione, per di più con una variante estremamente flessibile del processo MOS, che oltretutto apre notevoli possibilità anche nel campo della ripresa e della elaborazione delle immagini.

E senza soste si affina la tecnologia, che in questi ultimi anni ha raggiunto traguardi di grande rilievo con lo sviluppo di processi litografici ad altissimo potere risolutivo, che hanno consentito di superare di uno o due ordini di grandezza (con l'elettrolitografia) i limiti degli attuali processi fotolitografici; o col diffondersi dell'uso delle microanalisi e della microscopia elettronica a scansione, ormai strumenti pressochè di routine anche presso gli utilizzatori di dispositivi per le analisi dei guasti e per le indagini sull'affidabilità.

Una lunga strada è stata dunque percorsa, ma tutto lascia supporre che ne resti ancora molta da percorrere e che altre grosse sorprese abbia in serbo per noi questa affascinante categoria di materiali. Affascinante per la fenomenologia straordinariamente varia, che è tipica dei semiconduttori, e per il singolare cammino che ci ha imposto la loro comprensione, con la necessità di integrare la mentalità sintetica (essenzialmente sistemistica), che è propria dell'ingegnere, con quella volta all'analisi ed alla interpretazione dei fatti microscopici, che è caratteristica del fisico.

Cammino non certo riposante, ma ricco di emozioni per la soddisfazione squisitamente scientifica di constatare passo passo come un modello microscopico di grandissimo valore concettuale, riducendo al concatenamento di pochi fenomeni fisici elementari una varietà di fatti estremamente complessa, abbia dato la chiave per interpretarli e descriverli razionalmente, suggerendo i modelli fenomenologici necessari alle progettazioni e consentendo la maturazione di una sensibilità che apre le menti alle frontiere più avanzate della Tecnologia nella nostra splendida professione.

Materiali dielettrici

D. Pagani (*)

Relazione Generale alla LXXVIII Riunione Annuale AEI - Como 18 - 23 *Settembre* 1977

Il III capitolo inserito nel tema trattato nella 78ª Riunione A.E.I. è dedicato ai materiali dielettrici con particolare riguardo alla loro struttura - proprietà - preparazione - caratterizzazione - alterazione ed applicazione.

E' un settore che esercita un ruolo importante nell'elettrotecnica e nell'elettronica, e come era da prevedersi, è il settore nel quale è stato presentato il maggiore numero di lavori, sia perché vi sono ancora molti interrogativi ai quali si è chiamati a rispondere, sia per la evoluzione veramente rimarchevole impressa al settore in questi ultimi anni, specie per quanto riguarda nuovi materiali, tanto da giustificare l'espressione che « i ricercatori, ogni giorno, realizzano una nuova sintesi ». Espressione che presa pure in senso lato qualifica chiaramente l'evoluzione impressa al settore suaccennato.

Un rapido sguardo ai lavori compiuti in questi ultimi cinquant'anni consente di fare il bilancio del cammino percorso. Dapprima si è dato un notevole impulso allo studio dei dielettrici, con particolare riguardo alla loro caratterizzazione ed alle loro proprietà determinate prevalentemente mediante misure elettriche. Da un esame della bibliografia, risultano veramente pregevoli alcuni lavori, sugli olii isolanti, su talune resine naturali, sulle miche ecc. Come pure pregevoli appaiono le determinazioni di talune proprietà non facili da determinarsi, mediante metodi di misura ancora oggi seguiti.

Per quanto riguarda i materiali posti a disposizione dell'applicatore, si deve constatare che si trattava, specie se rapportati alle disponibilità attuali, di un numero esiguo.

I non più giovanissimi, tra gli ascoltatori, ne ricorderanno almeno le famiglie principali. Tra gli inorganici: le miche, le porcellane, i materiali ceramici, il vetro, l'amianto ecc. Tra gli organici: i materiali cellulosici, le gomme, gli asfalti, i bitumi, le peci, le gomme lacche, alcune resine artificiali, gli oli isolanti e non molti altri.

Ed i non più giovanissimi ricorderanno, inoltre, i limiti e le difficoltà che presentava l'applicazione di taluni dei materiali suaccennati e come la loro sostituzione si è presentata, dapprima, in termini di miglioramento della produzione, ma che evolvendosi talune realizzazioni dell'industria elettrotecnica ed elettronica, la loro sostituzione ha assunto un carattere di inderogabile necessità.

Per ordinare la trattazione i dielettrici verranno divisi in dielettrici gassosi, liquidi e solidi.

Dielettrici gassosi - debbono essere caratterizzati da stabilità, inerzia chimica e termica, rigidità dielettrica elevata, compatibilità, atossicità e da una bassa temperatura di ebollizione e di solidificazione.

Ovviamente non è facile disporre di dielettrici caratterizzati da tutte le proprietà suaccennate. Ad es. l'*Azoto*, noto da tempo, è inerte, è stabile, bolle ad una temperatura di —195,8 °C, ma presenta una modesta resistenza alle sollecitazioni elettriche e termiche.

Così pure dicasi dell'*Idrogeno* caratterizzato da una temperatura di ebollizione molto bassa —252,8 °C, da una rigidità dielettrica che è il 65% di quella dell'aria ed è inoltre caratterizzato da una spiccata infiammabilità, per cui viene impiegato come gas di raffreddamento, in talune applicazioni particolari.

Di qui la necessità di ricorrere ai dielettrici gassosi artificiali, impiegati isolatamente o in miscela con azoto.

A tale riguardo un notevole contributo proviene dai cosiddetti *gas elettro-negativi,* ossia da gas le cui molecole hanno la capacità di captare elettroni liberi, formando degli ioni pesanti negativi e relativamente immobili. La carica negativa degli ioni è uguale al numero degli elettroni negativi liberi captati. Questi ioni pesanti arrestano la formazione di scariche elettriche che possono essere state iniziate da elettroni molto mobili conferendo a questo gas una elevata rigidità dielettrica nei confronti dell'aria e dell'azoto.

Tra i dielettrici gassosi elettronegativi vengono inclusi, ad es., l'*esafluoruro di solfo*, SF_6-atossico ininfiammabile, caratterizzato da una rigidità dielettrica 2 ÷ 3 volte la rigidità dielettrica dell'azoto, e taluni gas ottenuti sostituendo completamente o parzialmente l'idrogeno di alcuni idrocarburi, con cloro o fluoro. Si ottiene così una larga serie di composti che differiscono tra di loro per le proprietà fisiche e chimiche, i quali però, pur essendo stabili termicamente e caratterizzati da inerzia chimica, decomponendosi sotto l'azione di una scarica, possono sviluppare prodotti tossici ed aggressivi.

Appartengono al gruppo di cui sopra ad es. il

* Prof. Dante Pagani, Professore Ordinario al Politecnico di Milano.

diclorodifluorometano (CCl_2F_2) *il perfluoropropano* (C_3F_8) adatto per impieghi ad alta temperatura, atossico, ininfiammabile, rigidità dielettrica 2,2 volte quella dell'azoto e ottima stabilità termica e chimica, e molti altri cloro- e fluoroderivati da idrocarburi paraffinici. L'azione di perfluoropropano, sui materiali impiegati ad esempio per la costruzione dei trasformatori, è trascurabile anche a 275 °C.

Altri dielettrici gassosi: *esafluoroetano* (C_2F_6) è uno dei più stabili — temperatura di ebollizione — 78 °C; temperatura di esercizio $\leqslant$ 370 °C. *Cloropentafluoroetano* (C_2ClF_5) *Diclorotetrafluoroetano* ($C_2Cl_2F_4$).

Il capitolo dei dielettrici gassosi è importante, ma la generalità dei tecnici ha forse maggiore occasione di occuparsi dei dielettrici liquidi, i quali sono così più noti dei dielettrici gassosi.

Dielettrici liquidi - Per quanto riguarda i dielettrici liquidi si tende ad affiancare ai derivati della distillazione del petrolio, ossia di origine naturale, prodotti ottenuti per via chimica caratterizzati da composizione — struttura — e, quindi, proprietà equivalenti o migliori, ma soprattutto costanti. E' questa la direttrice seguita dal chimico nelle sue ricerche in generale, e sulla quale si ritornerà parlando dei dielettrici solidi. L'impiego di prodotti caratterizzati da proprietà variabili, costringono l'applicatore ad adeguarsi alle variazioni suaccennate, specie quando tali variazioni, come nel caso degli oli minerali possono essere sensibili, dato la variazione della composizione del grezzo di partenza, nel quale sono presenti migliaia di composti, alcuni dei quali ancora non identificati, con conseguente variazione del loro comportamento nei confronti degli inibitori, dei processi di invecchiamento e delle loro proprietà.

Per quanto riguarda i dielettrici liquidi artificiali, verso il 1940 si è avuto una larga rivendicazione brevettuale riguardante una serie di composti, alcuni dei quali, attualmente prodotti ed impiegati industrialmente.

La caratteristica fondamentale, che si chiede al dielettrico è la sua stabilità e che nella eventualità di una sua scissione molecolare non sviluppi composti tossici, o che comunque possano avere un'azione negativa sui materiali con i quali vengono a contatto. Un gruppo importante è rappresentato dai dielettrici, ottenuti mediante reazioni simili a quelle realizzate per l'ottenimento dei dielettrici gassosi, ossia sostituendo l'idrogeno di taluni idrocarburi con degli alogeni. Si sono ottenuti dielettrici atossici, ininfiammabili, caratterizzati da una elevata rigidità dielettrica e generalmente stabili.

Tra questi, per brevità, si ricorda solamente il *triclorotrifluoroetano* (CCl_2FCClF_2).

Questi dielettrici, inoltre, sono caratterizzati da una bassa viscosità, da un basso assorbimento di umidità e da un valore della rigidità dielettrica che, anche allo stato di vapore, è molto superiore a quello dei fluoroclorocarburi gassosi.

Pure molto noti i siliconi. Tra i dielettrici liquidi vengono generalmente impiegati per trasformatori piccoli e medi il *dimetilsilicone* $[(CH_3)_2SiO]x$ ed il *fenilmetilsilicone* $[(C_6H_5)(CH_3)SiO]x$. Sono caratterizzati da una viscosità che non varia in modo sensibile in funzione della temperatura, buona resistenza anche alle temperature elevate ed eccellenti caratteristiche alle alte frequenze. Decomponendosi sviluppano SiO_2, CO_2, H_2O. Meno noti i *fluorosiliconi*, caratterizzati da una costante dielettrica elevata che ne limita l'impiego in talune applicazioni della elettrotecnica, mentre è un vantaggio per talune applicazioni dell'elettronica.

Come è noto, con la denominazione « *siliconi* » si contraddistingue una vasta famiglia di composti nei quali il silicio è unito all'ossigeno e a dei radicali organici. A seconda del numero dei radicali e degli atomi di ossigeno, uniti al silicio, si hanno unità mono-, di-, e trifunzionali. Dalla unione di un certo numero di unità difunzionali (D) con unità monofunzionali (M), quali terminali, si ottengono dei polimeri lineari, *gli oli siliconici* M(D)xM, doxe x è un numero piccolo. Elevando il valore di x si ottengono le gomme siliconiche $M(D)x_1M$, dove x_1 è un numero molto più grande di x.

Dalla unione di unità mono- (M), di- (D) e trifunzionali (T) si ottengono le resine siliconiche MDT, formate da uno scheletro di silicio, alternato ad atomi di ossigeno cui sono legati, come si è detto, vari radicali per ottenere le proprietà volute.

Le proprietà che caratterizzano i liquidi dielettrici di cui sopra, confermano le considerazioni formulate in precedenza, ossia che si è cercato di porre a disposizione del tecnico, dei dielettrici liquidi che rispondessero ad esigenze anche particolari: di qui la produzione di dielettrici caratterizzati da proprietà pressoché costanti in funzione del variare della temperatura, ed altri, al contrario, caratterizzati da proprietà che presentano variazioni sensibili per modeste variazioni della temperatura; altri infine aventi valori di talune proprietà particolari, come la costante dielettrica, nettamente superiore al valore della costante dielettrica che caratterizza la generalità dei dielettrici, stabilità termica, ed intervalli nella temperatura di impiego, particolarmente ampi, ecc.

Se i dielettrici gassosi e liquidi rivestono una importanza rimarchevole, quali materiali largamente impiegati nelle realizzazioni dell'industria elettronica ed elettrotecnica, i dielettrici che hanno subito il processo evolutivo più sentito, nei confronti della varietà, qualità e quantità sono i dielettrici solidi sia inorganici che organici. La loro varietà e complessità è tale che per poterne tracciare un quadro che dia un'idea della loro evoluzione e delle

finalità conseguite, sarebbe necessaria una trattazione particolare, ed un tempo ben superiore al tempo posto a disposizione del Relatore per l'attuale prolusione. Questo malgrado si cercherà qui di tracciare un quadro che consenta di avere una visione, la più completa possibile, del settore e dei principi informatori seguiti nella realizzazione e nella applicazione dei dielettrici solidi, soffermandoci a sottolineare quei dielettrici che per struttura, proprietà e settori di applicazione rivestono un carattere particolarmente significativo.

Dielettrici solidi - Tra gli inorganici sono noti gli isolanti ceramici, anche nelle varietà prodotte in questi ultimi anni, come pure note sono le miche naturali ed artificiali, gli asbesti, le steatiti, i vetri ecc. Pure noti i filati inorganici quali il vetro e l'amianto sempre più impiegati.

I ceramici vengono impiegati nelle applicazioni dove è richiesta un particolare resistenza al calore. L'amianto è eventualmente addizionato da cotone, vetro, o altra fibra per migliorarne talune proprietà. Il « roving » di vetro viene largamente usato in unione a resine — pure usati i « roving » di silice e quarzo fusi — è recente la messa a punto di metodi per la produzione di fibre sottili di vetro, lunghissime, resistenti quanto fili di acciaio di analoghe dimensioni, tenacità che viene mantenuta per molti anni.

Passando dai materiali inorganici agli organici, sono da citare i materiali cellulosici, che sotto forma di carta, cartoni, filati, tessuti ecc. hanno costituito fino a non molti anni or sono uno dei materiali più largamente impiegati, e che hanno il merito di avere orientato i ricercatori nelle ricerche intese a trovare degli isolanti polmerici. Come è noto infatti, la cellulosa è un polimero costituito dalla unione di un certo numero n di unità monomeriche nelle quali 6 atomi di carbonio, sono uniti a 10 atomi di idrogeno ed a 5 di ossigeno. Il numero n varia da poche unità fino a 50 000 a seconda della provenienza dando luogo così a materiali cellulosici che si differenziano fondamentalmente per le proprietà meccaniche, fisiche ed elettriche. Di qui le diverse applicazioni e l'orientamento del ricercatore ad ottenere grandi molecole, nelle quali un certo numero di unità monomeriche si collegassero per ottenere delle grandi molecole caratterizzate da strutture alle quali corrispondessero proprietà determinate. Sono stati prodotti vari polimeri successivamente impiegati, unitamente a polimeri di origine naturale, oppure isolatamente sotto forma di fibre, laminati, resine, vernici ecc. Mentre ad esempio, come è noto, le fibre cellulosiche caratterizzate da una elevata rigidità dielettrica a secco, assorbono facilmente umidità, con conseguente sensibile abbassamento della rigidità dielettrica, la generalità delle fibre chimiche presenta valori della tenacità e della rigidità dielettrica, che si mantiene costante in quanto che l'assorbimento di umidità è trascurabile. Di conseguenza i dielettrici di provenienza naturale sono stati aggiornati e largamente sostituiti dai dielettrici ottenuti per via artificiale.

Nel settore delle resine, le prime ad essere introdotte sono state le resine fenoliche, sia termoindurenti che termoplastiche, seguite dalle resine gliceroftaliche. E' significativa la evoluzione delle gliceroftaliche. La resina ottenuta per esterificazione dell'anidride ftalica con glicerina, il « gliptal », aveva deluso, dato la sua fragilità, gli applicatori.

La introduzione di acidi grassi, caratterizzati da lunghe catene di atomi di carbonio, nella molecola della resina di cui sopra, ha consentito di ottenere una larga varietà di resine, caratterizzate dalla elasticità e dalle altre proprietà volute.

L'ottenimento di molecole a struttura preordinata, alle quali corrispondessero caratteristiche prestabilite, è la strada seguita dai ricercatori moderni pure nel campo della chimica macromolecolare.

Nella prolusione di Palermo riportavo un esempio che è particolarmente caro agli italiani: la motivazione per la quale a Giulio Natta è stato assegnato nel 1963 il premio Nobel per la Chimica. La motivazione, letta dal premio Nobel Prof. Arne Fredga durante la cerimonia dell'assegnazione del premio, dice: « Nella natura vivente si riscontrano numerose macromolecole caratterizzate da una struttura stericamente unitaria, per esempio la cellulosa e la gomma. Finora noi consideravamo questo come un monopolio della natura. Queste macromolecole sono costruite con l'aiuto di enzimi. La scoperta del Prof. Natta implica la rottura del monopolio ».

Infatti per la prima volta Giulio Natta aveva sintetizzato una nuova classe di sostanze macromolecolari aventi una struttura stereoregolare. E' stato così possibile produrre nuove sostanze macromolecolari caratterizzate da strutture che consentono l'ottenimento di nuovi materiali caratterizzati da proprietà prestabilite, superiori ai materiali tradizionali.

Anche nei settori dei dielettrici si è seguito la via suaccennata. All'applicatore sono posti a disposizione dei dielettrici che rispondono alle sue esigenze e che potremmo classificare sulla base di alcune proprietà caratterizzanti, quali ad es. la temperatura di esercizio.

Premesse le considerazioni di cui sopra, a carattere generale, si può tracciare un quadro riassuntivo, riguardante i dielettrici solidi più significativi, impiegati nell'industria indipendentemente dalle loro tecnologie di applicazione. Note le alchidiche, le fenoliche, le acetaliche, le olefiniche, le poliammidiche, si ritiene opportuno richiamare talune proprietà delle *resine epossidiche*. Anche se la reazione fondamentale tra bisfenolo ed epicloridrina è stata realizzata una trentina di anni or sono, ed in questi anni, le cosiddette resine epossidiche modificate hanno raggiunto il centinaio di tipi, invadendo il

campo dei laminati delle resine da stampaggio, degli adesivi e dei rivestimenti organici protettivi ed anticorrosivi, solo in questi ultimi anni è stato chiarito completamente il chimismo di talune reazioni. Come dielettrici, le resine epossidiche sono largamente impiegate per il basso angolo di perdita, elevata rigidità dielettrica ed elevate proprietà meccaniche, anche sotto l'azione di agenti chimici e dell'umidità. Classe di isolamento: 130 °C se impiegate isolatamente, 155 °C se rinforzate con fibre di vetro. Vengono applicate anche sotto forma di polveri.

Tra i dielettrici caratterizzati da una temperatura di esercizio dell'ordine di 130 e 155 °C, e di applicazione abbastanza recente, sono da citare i *poliuretani,* ottenuti, come è noto, per reazione tra isocianati e polioli, in una estesissima gamma di prodotti, caratterizzati da una elevata resistenza all'abrasione ed elevate caratteristiche elettriche, impiegati, tra l'altro, per la smaltatura dei fili unitamente ai poliesteri altamente ramificati, per temperature di esercizio anche dell'ordine di 175 ÷ 180 °C.

Tra le resine caratterizzate da temperature di esercizio superiori ai dielettrici suaccennati si ricordano le resine *siliconiche* già citate, *i poliesteri termoplastici e termoindurenti,* prodotti in una vastissima scala qualitativamente e quantitativamente. Per le resine siliconiche valgono le seguenti temperature di esercizio: copolimeri siliconi resine organiche $t_e = 200$ °C; resine siliconiche al 100% $t_e = 200$ °C; resine siliconiche rinfor7890òSRDLFWUI vetro, $t_e = 290$ °C. Per quanto riguarda i poliesteri, mentre i termoindurenti sono impiegati prevalentemente come resine da stampaggio eventualmente rinforzate, i poliesteri termoplastici vengono impiegati per la produzione di parti di apparecchiature per auto, per bobine, per la produzione di fibre, tele, carte e film ecc. Sono caratterizzati da una elevata temperatura di fusione $t_f = 220 \div 250$ °C, da una resistività di volume dell'ordine $0{,}5 \div 4{,}0 \cdot 10^{16}$ Ω. cm basso assorbimento di acqua $\simeq 0{,}06 \div 0{,}09\%$ nelle 24 ore, da una bassa costante dielettrica $3{,}3 \div 3{,}8$, e da elevate proprietà meccaniche.

Elevandosi, per quanto riguarda le sollecitazioni termiche, al disopra dei 250 °C, vengono impiegate le resine ed i composti *poliammidici e poliimidici,* impiegati, dapprima come smalti per conduttori e come vernici isolanti, e successivamente come laminati e adesivi. Ancora più resistenti le resine poliimidiche. Sono incombustibili, e possono sostenere ininterrottamente una temperatura di 250 °C in aria.

Oltre ai polimeri suaccennati, all'applicatore vengono posti a disposizione polimeri caratterizzati da buone proprietà dielettriche e da temperature di fusione particolarmente elevate, quali ad es. il *politetrafluoroetilene* t_f 327 °C, i *poliossidiazoli* $t_f =$ 400 °C, ed i *pirroni* che fondono a 500 °C.

Da ricordare inoltre che per elevare le temperature di esercizio dei dielettrici rinforzati sono state introdotte fibre di recente produzione, quali le fibre di aramid, di grafite e di carbonio.

Un esempio che consente di seguire agevolmente l'evoluzione nell'impiego dei dielettrici è l'isolamento dei conduttori. Come i non più giovanissimi ricorderanno, anni or sono, nelle prove di continuità dello smalto il numero delle interruzioni, per chilometro ammesse, era dell'ordine delle 500 interruzioni. Al collaudo si riteneva un buon isolamento quando il numero delle interruzioni per chilometro, non superava il centinaio. Tale numero è sceso nettamente con l'introduzione dell'*acetale di polivinile,* che una trentina di anni or sono ha sostituito gli smalti oleoresinosi a base di olio di legno e resine albertoliche.

Accanto agli acetali altre resine sono state introdotte allo scopo di ottenere smalti che, alle proprietà dielettriche, unissero particolari proprietà di resistenza alle sollecitazioni termiche e meccaniche.

Riassumendo, si può dire che i conduttori impiegati per temperature di esercizio di 105 °C vengono isolati con smalto in acetale di polivinile, addizionato da resine fenoliche ed eventualmente da resine melamminiche, per migliorarne le caratteristiche meccaniche. Per temperature di esercizio dell'ordine di 120 ÷ 150 °C lo smalto può essere a tre o a quattro componenti: acetale di polivinile, resine fenoliche, melamminiche ed eventualmente isocianati. Mentre per l'isolamento dei conduttori per temperature di esercizio di 180 °C vengono prevalentemente impiegati smalti a base di poliesteri modificati con gruppi amidici ed imidici. Qualora la temperatura di esercizio raggiungesse i 200 °C i conduttori vengono isolati con smalti a base di resine amidiche-imidiche.

Sarebbe qui assai interessante, se il tempo lo consentisse, prendere in esame l'evoluzione dei vari tipi di smalto e gli orientamenti seguiti dai singoli paesi europei ed extra europei. Ci si limiterà a dire semplicemente che negli USA la produzione di smalti è pressoché equamente distribuita tra poliesteri, acetati di polivinile, poliuretani e smalti convenzionali, in Giappone l'acetale di polivinile ha assorbito completamente gli smalti convenzionali, raggiungendo il 60% dell'intero quantitativo di smalti prodotti. La Germania Federale ha ripartito la produzione quasi esclusivamente in due tipi di smalti: 50% di poliesteri 0% di acetali, 40% di poliuretani, 0% di smalti convenzionali ed il 10% denominati altri smalti.

Se l'esempio della evoluzione degli smalti impiegati per l'isolamento dei conduttori è significativo, per avere un'idea dell'evoluzione di questo settore, la rapida corsa effettuata nel settore dei polimeri, ci può dare una idea della vastità e varietà dei materiali posti a disposizione dell'applicatore.

Si deve tenere presente che, nel tracciare il quadro suaccennato, ci si è limitati a mettere in evidenza la struttura e le caratteristiche principali dei materiali dielettrici più importanti che conferiscono al settore un carattere particolare, ma nel tema proposto dall'AEI, sono specificati dei sottotemi estremamente importanti quali le recenti tecnologie di preparazione, l'alterazione dei dielettrici e l'isolamento, tre sottotemi che con la ininfiammabilità, potrebbero costituire argomenti di altrettante riunioni congressuali. Non essendo possibile effettuare qui una trattazione di dettaglio, per completare la trattazione ci si limiterà ad alcune considerazioni sulle « recenti tecnologie di preparazione e sull'isolamento » riservandoci di soffermarci successivamente, sia pur brevemente, sulle alterazioni dei dielettrici.

Al Convegno di Palermo il Relatore aveva ricordato due esempi particolarmente significativi ai fini di sottolineare che, proseguendo la ricerca, diventava sempre più importante la collaborazione tra ricercatori e tecnologi, conseguendo il risultato di orientare la ricerca, intesa ad ottenere nuovi dielettrici, verso utilizzazioni finalizzate, e di studiarne pressoché contemporaneamente, con la collaborazione dei tecnologi, la realizzazione e l'applicazione industriale.

Né si sarebbe potuto procedere altrimenti, data la vastità dei settori trattati. Si pensi ad es. ad uno dei materiali fra i più comuni citati, i poliesteri. La ricerca di laboratorio ha portato all'ottenimento di un centinaio di tipi di resine poliestere, caratterizzate da strutture e proprietà tra di loro differenti, utilizzabili in settori estremamente diversi: vernici isolanti, materiali da stampaggio rinforzati e non, laminati, fibre, tessuti ecc. Ognuna delle applicazioni suaccennate richiede tecnologie particolari, sovente fondamentalmente diverse dalle tecnologie seguite nella trasformazione ed applicazione di materiali appartenenti allo stesso settore. Ad es. la filatura del poliestere, per produrre fibre, viene effettuata per estrusione, ossia seguendo un processo tecnologico che differisce sostanzialmente e nettamente dall'ottenimento di altre fibre ottenute invece facendo passare una soluzione del polimero attraverso filiere.

I settori suaccennati si estendono, e le tecnologie si diversificano ancora maggiormente passando dalla trasformazione alla loro applicazione.

Per quanto riguarda l'alterazione dei dielettrici, ci si limita a dire che costituisce il fattore determinante nella vita di un dielettrico sul quale lavorano tecnici specializzati ed al quale vengono dedicati incontri a carattere internazionale.

Non sempre è possibile determinare rigorosamente il comportamento di un dielettrico sollecitato meccanicamente, termicamente, chimicamente ed elettricamente, specie se si tratta di dielettrici a struttura complessa. Progressi rimarchevoli sono stati compiuti nello stabilire la relazione intercorrente tra struttura e proprietà dei dielettrici, ma quando si tratta di sollecitazioni particolarmente sentite e di difficile precisazione, per le quali si deve precisare gli effetti se applicate ai dielettrici e per tempi nell'ordine di anni, il responso è arduo e qualche volta impossibile, per cui è opportuno mantenersi entro margini di prudente sicurezza. Sovente una sollecitazione termica provoca l'incrinamento dell'edificio molecolare, seguito da reazioni chimiche che richiedono periodi di induzione lunghissimi, seguiti da reazioni dei prodotti di decomposizione formatisi, che possono mutare rapidamente e profondamente la struttura e quindi le proprietà dell'edificio molecolare del dielettrico, fino a provocarne la sua demolizione.

Il Relatore ha ritenuto di doversi soffermare, sia pure brevemente nelle esemplificazioni, ed in talune considerazioni, sia per tracciare un quadro che consentisse di avere la visione della vastità ed importanza del settore dei dielettrici, sia per mettere in evidenza, da un punto di vista concettuale, le proprietà fondamentali dei dielettrici gassosi, liquidi e solidi.

Le conoscenze suaccennate sono indispensabili, oltre che per potere conoscere i materiali studiati, per poterne prevedere il comportamento e per poterne programmare le tecnologie di applicazione. Per porre, in breve, l'applicatore nelle condizioni di procedere con cognizione di causa.

Che il tema sia attuale lo provano le comunicazioni riguardanti i dielettrici presentate alla Riunione. La diversità dei temi trattati costituisce una conferma della vastità e complessità del tema proposto e come l'evoluzione del settore sia resa possibile dalla collaborazione tra ricercatori di materie prime, trasformatori ed applicatori. Tale collaborazione dovrà farsi ancora più sentita con l'apparire di nuove materie prime e di nuove tecnologie per rispondere alle richieste provenienti dai settori sempre più numerosi ed esigenti dell'industria.

Le Riunioni dell'AEI, come si è detto, possono costituire il punto di incontro ideale per i ricercatori che operano nei vari settori dell'elettrotecnica e dell'elettronica.

Che questo avvenga e con maggior frequenza di quanto è avvenuto in passato, è l'augurio che il Relatore porge ai Soci dell'AEI in generale ed ai partecipanti di questa Riunione in particolare.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

AEI

MONOGRAFIE DELL'AEI

1 U. Bordoni - I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche - L. 1500.

2 E. Bottani - *La moderna matematica dei circuiti trifasi.*

3 U. Bordoni - La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze - L. 1500.

4 R. San Nicolò - Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore - L. 1500.

5 G. C. Vallauri - Convertitori statici di corrente elettrica - L. 1500.

6 A. Barbagelata - *La protezione contro le sovracorrenti*

7 C. Rimini - *Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative.*

8 G. Buchi - Funzionamento e costruzione in serie delle turbine idrauliche a reazione - L. 1500.

9 L. Lombardi e G. Corbellini - Congresso mondiale dell'energia elettrica a Tokyo. Corrispondenze preliminari e riassunto dei lavori attinenti all'elettrotecnica - L. 1500.

10 G. Silva - *Studio meccanico dei conduttori delle linee aeree.*

11 E. Santuari - *Alcune considerazioni sui sincroni e sugli asincroni.*

12 A. M. Angelini - *Calcolo operatorio e studio dei circuiti elettrici in regime transitorio.*

13 N. Carrara - Microonde - Teorie elettroniche dei tubi a vuoto alle più alte frequenze - Generazione. trasmissione, propagazione, ricezione e tecnica delle microonde - L. 1500.

14 F. Lori - Il magnetismo e le sostanze ferromagnetiche - L. 1500.

15 F. Sozzani - L'efficienza di trasmissione ed il suo apprezzamento nei sistemi telefonici - L. 1500.

16 A. M. Angelini - Nuove formule risolutive per il calcolo dei regimi variabili nei sistemi lineari a costanti concentrate - L. 1500.

17 G. M. Pestarini - Metadyne Dynamics - L. 1500.

18 G. Giorgi - Regimi variabili nei sistemi lineari - Transients in linear systems - L. 1500.

19 A. M. Angelini - Rievocazione di Augusto Righi - L. 1500.

ESTRATTI DI ELETTROTECNICA

1 F. Di Pasquantonio - Prospettive di una futura utilizzazione delle reazioni nucleari di fusione per produrre energia a scopo industriale quali appaiono da quanto è apparso nella letteratura internazionale - L. 1500.

2 M. Pornaro - Evoluzione dei raddrizzatori e degli apparati elettronici durante il sessantennio di vita dell'AEI - L. 1500.

3 G. Silva - Galileo Ferraris: the rotating magnetic field and the asynchronous motor - L. 1500.

4 A. M. Angelini - Cinetica dei reattori e comportamento degli impianti nucleari in regime variabile - L. 1500.

5 Estratti delle lezioni di elettronica dello stato solido e dei circuiti integrati L. 4500.

N.B. - I titoli in corsivo si riferiscono a volumi esauriti dei quali possono essere fornite, a richiesta, fotocopie.

Per l'acquisto rivolgersi all'Ufficio Centrale dell'AEI - 259 Viale Monza, 20126 Milano.

Materiali magnetici

G. Biorci (*)

Relazione Generale alla LXXVIII *Riunione Annuale AEI - Como* 18-23 *Settembre* 1977.

Vorrei preliminarmente ringraziare il Segretario Generale e carissimo amico professor Noverino Faletti per avermi offerto questa opportunità di esprimere qualche riflessione sul quarto dei settori nei quali si articola questa Riunione Annuale dell'AEI, cioè i materiali magnetici.

Vorrei anche approfittare della circostanza di trovarmi ad essere l'ultimo dei Relatori Generali per consentirmi qualche considerazione comparativa fra il settore a me affidato e gli altri, così mirabilmente presentati dai Relatori Generali che mi hanno preceduto.

Se riconosciamo, com'è giusto fare, che le Riunioni Annuali dell'AEI offrono una panoramica dell'attività del Paese nei settori proposti come temi per le Sedute Tecniche, affiancando contributi di istituzioni di ricerca (Università, CNR ed altri) a memorie provenienti da laboratori dell'industria nazionale, dobbiamo concludere che l'interesse per i materiali magnetici è in Italia decisamente modesto, almeno se confrontato con quello che riscuotono gli altri materiali destinati alle costruzioni elettriche ed elettroniche.

Prendendo a misura dell'interesse il numero di lavori presentati a questa Riunione, osserviamo che, su circa cento memorie complessive, due terzi sono dedicate ai materiali semiconduttori e a quelli dielettrici (in misura quasi paritetica, con una lieve prevalenza di quelle sui semiconduttori), mentre l'ultimo terzo è a sua volta rivolto per circa due terzi ai materiali conduttori, lasciando quindi ai materiali magnetici soltanto una decina di memorie, il dieci per cento circa del totale.

E' dunque quello dei materiali magnetici un settore in declino, almeno relativamente agli altri settori? Sembra che in tal senso si debba effettivamente concludere, anche se qualche considerazione correttiva è d'obbligo. Nella breve panoramica che segue cercherò di mettere in evidenza, fra l'altro, alcune possibili motivazioni dello scarso interesse riscosso dall'argomento, o quanto meno della limitata partecipazione di ricercatori a questo convegno. Si tratta semplicemente di indicazioni, che mi auguro possano trovare echi e conferme (o smentite) nel corso delle discussioni nelle Sedute Tecniche.

Nel campo dei lamierini magnetici per costruzioni elettromeccaniche sono in atto iniziative di studio, di sperimentazione e di normazione promosse o coordinate da organismi della Comunità Economica Europea. C'è da supporre che a quelle iniziative partecipino laboratori industriali e scientifici italiani, in misura cospicua. Il riflesso modesto che di tali attività europee si legge nelle memorie presentate a questa Riunione può allora essere parzialmente motivato dal desiderio dei ricercatori di illustrare i loro risultati in congressi tecnico-scientifici di carattere europeo, non foss'altro che per avere, in quelle sedi, adeguate occasioni di confronto. Una imminente grande assise internazionale sui materiali magnetici si terrà in Italia, ed avremo così occasione di verificare se questa ipotesi è corretta.

In merito alle iniziative europee, mi pare doveroso segnalare l'attività svolta in ambito CECA da ricercatori dell'Istituto Elettrotecnico Nazionale e parzialmente da essi riportata in questa sede: ad essi va riconosciuto il merito di essersi inseriti, sulla scia di una loro antica tradizione di partecipazione internazionale, nei filoni di ricerca europei, e inoltre d'aver adottato una linea di strategia scientifica di prossimità alle esigenze industriali del Paese. Su quest'ultimo punto tornerò nel seguito di questa relazione.

Un positivo ed esplicito rapportarsi alle disposizioni europee compare in una memoria su tema diverso da quello dei lamierini, e cioè in quella presentata da ricercatori della Telettra relativa a misure su nuclei in ferrite dolce. Altri Autori hanno probabilmente altri elementi da portare sul contributo italiano alla ricerca europea: li inviterei dunque a pronunciarsi espressamente su questo punto nel corso delle Sedute Tecniche.

Nel campo delle applicazioni di materiali magnetici in elettronica, la scarsità numerica di contributi va probabilmente ascritta, in linea primaria, alla perdurante tendenza internazionale ad abbandonare i dispositivi ferromagnetici ovunque vi siano alternative di pari o maggiore validità funzionale associata a ben vistose semplificazioni (e quindi economie) nelle tecnologie di fabbricazione e di assiemamento. I due settori che, per usare antiche distinzioni, riguardano le « correnti deboli » e che trovano un riscontro qualitativamente molto positivo anche se quantitativamente modesto nelle memorie di questa Riunione sono le ferriti per alta frequenza (processi di fabbricazione e metodi di misura) e le memorie a bolle magnetiche (materiali usati e realizzazioni).

(*) Prof. dott. ing. Giuseppe Biorci, Direttore dell'Istituto di Elettrotecnica dell'Università - Genova.

Un certo rilievo numerico presentano le memorie che riguardano le misure sui materiali magnetici. Ciò si inquadra in un'antica tradizione italiana volta alla messa a punto di nuovi metodi di misura e alla esecuzione di vaste e sistematiche campagne di rilevamenti. Questo tipo di attività, ove continua ad esservi spazio per soluzioni brillanti e per fantasia inventiva, merita di essere potenziato e sviluppato. Certo è che, qui come altrove, deve essere abbandonato non solo ogni accademismo, ma anche ogni visione ristretta: va ricercata cioè l'effettiva validità sotto il profilo dell'utilizzazione industriale delle idee annunciate, degli strumenti realizzati e delle misure eseguite, così come va perseguito il confronto con le più vaste realtà tecnico-scientifiche rappresentate dallo stato dell'arte in altri Paesi.

L'interesse per i magneti permanenti, infine, sembra in Italia molto debole, se si deve giudicare dal fatto che in questa rassegna appaiono due sole memorie sull'argomento, prodotte entrambe, per di più, nella stessa Società, l'Industria Ossidi Sinterizzati. Gli Autori potranno forse, in sede di discussione delle loro memorie, sopperire alla mia inidoneità a individuare le motivazioni di tale limitatezza d'interesse.

Non posso concludere questa breve relazione generale senza ribadire un pensiero che si applica al gruppo di memorie sui materiali magnetici ma che è forse adatto a tutto l'insieme dei lavori presentati a questa Riunione Annuale.

Considero con viva preoccupazione il fatto che numerosi gruppi di ricerca italiani siano oggi in grado di produrre risultati di alta validità scientifica, ma del tutto inutilizzabile dalla struttura produttiva del Paese. Questi gruppi hanno stabilito contatti con i migliori ambienti internazionali nei vari settori di ricerca, ed hanno instaurato con quelli un colloquio (o una collaborazione) a livello paritetico: si sono cioè collocati al vertice della produzione scientifica internazionale. A questi gruppi va ovviamente riconosciuto il merito di coltivare, all'interno dei nostri ambienti di ricerca, delle équipes di giovani scienziati di altissima preparazione, e di contribuire a tener alto il prestigio scientifico italiano nel mondo.

Purtroppo, però, molto spesso accade che la ricaduta industriale dell'attività scientifica di quei gruppi è, nel nostro Paese, nulla o quasi nulla, mentre paradossalmente dei risultati dei nostri gruppi di ricerca finiscono per beneficiare le industrie dei Paesi più avanzati sul piano tecnologico e tecnico.

Si lavora cioè su due piani diversi: da un lato una ricerca scientifica che si sviluppa autonomamente cercando di non perdere il passo rispetto agli altri Paesi, dall'altro un'attività industriale il cui sviluppo (e travaglio) corre su binari del tutto diversi.

Di questo assurdo distacco, di questa difficoltà a utilizzare rilevanti risorse culturali per il reale beneficio del Paese, si sente il riflesso anche nelle Riunioni Annuali dell'AEI, ove spesso sembra che gli Autori delle memorie si muovano in due mondi distinti e quasi non comunicanti: quello accademico e quello industriale.

E' con viva soddisfazione che vedo, scorrendo i titoli delle memorie dei primi tre settori del tema di questa Riunione Annuale e approfondendo un poco i contenuti di quelle del quarto, lo stabilirsi di qualche promettente collegamento fra i due mondi: da un lato, con una maggior consapevolezza, da parte industriale, della validità dell'investimento in ricerca, dall'altro, con un incipiente interesse, in sede universitaria, a considerare come valida ricerca anche quella che, pur non sopportando il confronto scientifico internazionale, contribuisce, all'interno del nostro Paese, ad una più ampia capacità di produrre, ad una più concreta e vasta diffusione di competenze.

Dall'industria

APPLICAZIONE DEI GRUPPI STATICI DI CONTINUITA' ASSOLUTA PER L'ALIMENTAZIONE DI ELABORATORI

Il continuo progresso della nostra civiltà tecnologica dipende in grande misura dall'impiego di elaboratori elettronici, come supporto fondamentale nel controllo e nelle decisioni.

E' stata prevista una triplicazione degli elaboratori per uso generale entro la prossima decade. Di maggiore significato è il fatto che la percentuale del numero dei calcolatori elettronici operanti in tempo reale aumenterà dal 25% al 45% durante il medesimo periodo di tempo.

Questo notevole aumento delle applicazioni in tempo reale è in larga misura dovuto alla crescita della trasmissione dei dati.

L'utilità della applicazione dell'elaboratore in tempo reale è tuttavia seriamente messa in pericolo dalla sua sensibilità ai disturbi della rete di distribuzione dell'energia elettrica, ed alle fluttuazioni della tensione e della frequenza della stessa rete pubblica.

Qualità ed affidabilità dell'energia erogata dalla rete pubblica possono essere migliorate con l'impiego di gruppi statici di continuità. Infatti un gruppo statico fornisce energia al carico durante le mancanze di tensione ed impedisce che transitori di tensione e microinterruzioni influiscano negativamente sulla continuità e regolarità del servizio.

Tecniche e tecnologie applicate nella realizzazione dei sistemi statici di continuità sono state molto migliorate nel decennio trascorso, soprattutto per i progressi nella tecnologia dei componenti.

Sino a pochi anni fa, infatti, si costruivano ancora inverter della cosiddetta terza generazione nei vari tipi di funzionamento a ferrorisonanza, a filtri accordati, con forma d'onda a gradino, che hanno costituito le premesse per arrivare alla tecnologia della quarta generazione che ha reso in breve tempo obsoleti tutti i sistemi statici delle precedenti generazioni.

E' quanto è stato messo bene in evidenza dalla conferenza che si è tenuta nei giorni 10-11 novembre nel teatro dell'Ambasciata USA in Roma.

La conferenza è stata organizzata e diretta dai tecnici della SILECTRON Spa di Ozzano Emilia (Bologna) che ha acquisito la licenza di costruzione dei Gruppi di continuità statici della IV Generazione dalla International Power Machines Corporation di Dallas (Texas), operante nel settore da oltre dieci anni, e che ha introdotto tale tecnologia in tutte le applicazioni di sistemi statici che hanno ormai superato il numero di cinquecento, in tutto il mondo.

Con le tecnologie della quarta generazione vengono utilizzati SCR con elevato valore di corrente efficace e con tempi di spegnimento (turn-off) estremamente ridotti.

Ciò ha reso possibile più accensioni e spegnimenti di una coppia di SCR in mezzo ciclo (10 ms) ottenendo così la possibilità di ottenere ridotte variazioni della dinamica della tensione di uscita dell'inverter anche con la applicazione improvvisa del pieno carico, mediante l'impiego della PULSE WIDTH MODULATION; inoltre, le potenze unitarie dei Gruppi statici sono rapidamente aumentate sino a raggiungere i 750 kVA per macchina.

Gli aspetti più rilevanti dei Gruppi statici della quarta generazione riguardano però le loro ridottissime dimensioni (un Gruppo da 150 kVA occupa uno spazio di poco più di due metri quadrati) ed il loro elevato rendimento (un inverter da 750 kVA ha un rendimento del 94%).

Rendimento più elevato significa riduzione del costo dell'energia elettrica, riduzione del costo della batteria di accumulatori, riduzione della energia trasformata in calore e quindi riduzione del costo dell'impianto di ventilazione o condizionamento, riduzione dello spazio occupato.

Relazioni di Congressi e Mostre

Una **Giornata di studio sul veicolo elettrico stradale,** organizzata dalla Sezione di Milano dell'AEI, in collaborazione con il Comune di Milano, si è svolta il 26 ottobre presso la sede della FAST.

La manifestazione, a cui partecipavano costruttori di veicoli elettrici (FIAT, P.G.E., Zagato, Piaggio, Garelli) e costruttori di componenti (Ansaldo, Magneti Marelli), era stata promossa dall'ENEL, interessato al problema sia per i riflessi che la diffusione della trazione elettrica può avere sulla politica energetica del Paese, sia come potenziale utilizzatore di questo tipo di veicoli.

Nella giornata di studio, presieduta dall'ing. *G. Segre,* Presidente della Sezione di Milano dell'AEI, sono state presentate otto relazioni ed è stata data una dimostrazione su strada delle prestazioni dei vari veicoli elettrici esposti nei giorni precedenti nella Galleria Vittorio Emanuele II: Autovetture FIAT X1/23, Zagato ZELE 1000, P.G.E. 3P, Zagato TOKIO, promiscua Zagato VAN 2000, Taxi P.G.E.; motocarro Piaggio APE elettrocar; furgone FIAT-ENEL mod. 900 T.

Fig. 1. — Vettura elettrica sperimentale FIAT X1/23 da città (potenza nominale 10 kW, velocità max 75 km/h, autonomia a velocità costante 70 km).

Fig. 2. — Vettura elettrica sperimentale Zagato ZELE 1000 (potenza nominale: 2 kW; velocità massima: 40 km/h; autonomia a velocità massima: 70 km).

Il veicolo elettrico stradale suscita oggi un rinnovato interesse sia per la possibilità che esso offre di utilizzare sorgenti primarie diverse dal petrolio, sia perchè consente una migliore utilizzazione dell'energia e una riduzione delle emissioni inquinanti e del consumo di ossigeno nei centri urbani.

Come è noto, il problema principale da superare per lo sviluppo del veicolo elettrico è rappresentato dalla limitata autonomia (alcune decine di chilometri) consentita dalle odierne batterie. Si ritiene però possibile, attraverso perfezionamenti tecnologici, il raddoppio entro due o tre anni delle attuali prestazioni; un incremento di cinque volte potrà essere conseguito nel prossimo decennio con la messa a punto di batterie utilizzanti nuovi materiali.

Già oggi sussistono comunque le premesse per l'adozione del mezzo elettrico in tutte quelle applicazioni che possono essere soddisfatte anche impiegando le batterie attuali o quelle che saranno disponibili a breve termine.

Il settore di impiego più immediato è costituito dai servizi aziendali o pubblici nell'ambito urbano, i quali utilizzano frequentemente parchi estesi di veicoli con percorrenze giornaliere modeste e spesso ripetitive. Interessanti iniziative in tal senso sono già state prese in Italia dall'ENEL e dalla SIP, che stanno costituendo piccoli parchi sperimentali da impiegare nella propria attività.

Circa le prospettive a più lungo termine, occorre tenere presente che i consumi dei prodotti petroliferi destinati alla motorizzazione dovranno in futuro essere ridotti o quanto meno mantenuti sui livelli attuali, mentre le dimensioni del parco di autoveicoli continueranno a svilupparsi ancora per qualche decennio; in base a queste considerazioni, si può stimare che verso la fine di questo secolo circa il 20% dei veicoli potrà essere a trazione elettrica: per il nostro paese vorrà dire avere in circolazione alcuni milioni di veicoli elettrici.

La giornata di studio dell'AEI è stata aperta dal moderatore prof. *L. Paris* (Direttore degli Studi e Ricerche dell'ENEL) che ha presentato l'argomento illustrando i fattori che rilanciano oggi questa ipotesi: il miglior rendimento energetico complessivo, anche nei confronti di altre alternative quali l'impiego del metanolo o dell'idrogeno, il fatto che il veicolo elettrico è un potenziale utilizzatore di fonti primarie di qualunque natura, ed il notevole progresso tecnologico dell'elettronica di potenza. Il problema da affrontare per la concreta

diffusione del veicolo elettrico stradale, sin d'ora possibile almeno per le applicazioni compatibili con l'uso delle batterie attuali, è quello del decollo che — ha detto il prof. Paris — non potrà certo avvenire in regime di libero mercato, ma solo attraverso interventi promozionali e di sostegno.

Fig. 3. — Vettura elettrica sperimentale P.G.E. 3 P (potenza nominale: 9 kW; velocità massima: 60 km/h; autonomia a velocità costante (45 km/h); 110 km.

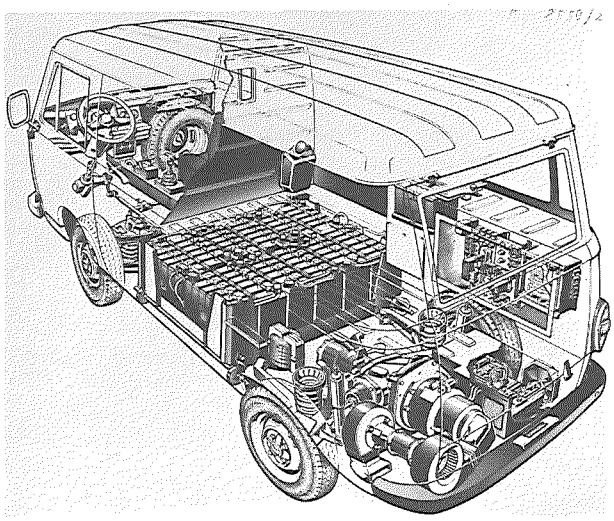


Fig. 4. — Furgone elettrico FIAT 900 T realizzato in collaborazione con l'ENEL (potenza nominale: 14 kW; massa in ordine di marcia: 1417 kg; velocità max 60 km/h; autonomia 55-80 km).

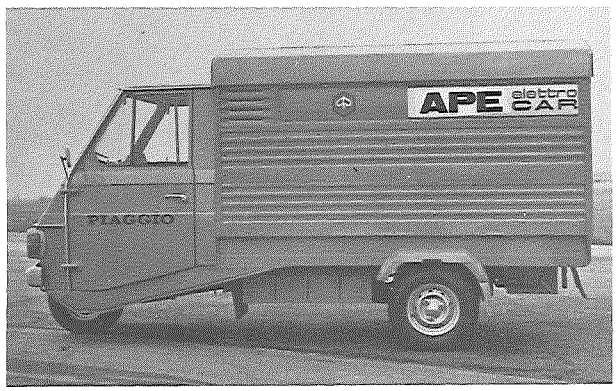


Fig. 5. — APE elettrocar, versione furgone (potenza nominale: 8 kW; velocità max a pieno carico: 45 km/h; portata: 380 kg; autonomia 50-80 km).

La successiva relazione del per. ind. *A. Bossi* (Direzione Studi e Ricerche dell'ENEL, Milano) ha illustrato i fattori principali che influiscono sulle prospettive di diffusione della trazione elettrica stradale, individuando nel veicolo « tutto elettrico » la soluzione che presentrebbe i maggiori vantaggi. Sulla base delle attuali previsioni di sviluppo, si delineano due tappe: a breve e medio termine si diffonderanno quelle applicazioni che richiedono solo infrastrutture di rifornimento concentrate e batterie di prestazioni confrontabili con quelle attuali; a lungo termine, con la comparsa di batterie di tipo avanzato, si dovrebbe affer-

Fig. 6. — Il ciclomotore elettrico Katia (potenza nominale: 750 W).

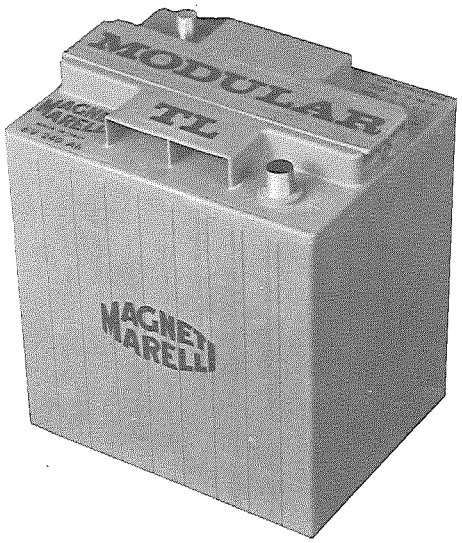


Fig. 7. — Una delle batterie da 6 e 12 V sviluppata dalla Magneti Marelli per i veicoli elettrici (energia specifica: 40 Wh/kg).

mare l'impiego di massa del veicolo elettrico stradale, col supporto di una struttura di rifornimento ramificata:

L'ing. *G. Brusaglino* (Centro Ricerca FIAT, Torino) ha fatto il punto sullo stato dell'arte e sui possibili sviluppi del veicolo elettrico passando in rassegna le più significative realizzazioni sperimentali e le nuove tecniche in corso di studio per i sistemi di trazione e di alimentazione.

L'ing. *S. De Luca* (Direzione Ricerca e Sviluppo dell'Ansaldo, Genova) ha presentato una panoramica dei

sistemi di propulsione per veicoli elettrici a batteria, basati sull'impiego di convertitori statici, ed ha esaminato i miglioramenti conseguibili nel campo dei convertitori attraverso lo sviluppo di nuovi dispositivi di potenza e semiconduttori.

L'ing. *G. Clerici* (Divisione batterie della Magneti Marelli, Sesto San Giovanni) ha illustrato requisiti, realizzazioni e prospettive delle batterie per l'alimentazione dei motori dei veicoli elettrici stradali.

Il prof. *G. Francini* (Ordinario di Elettronica Applicata all'Università di Firenze e promotore delle ricerche P.G.E.) ha parlato sulle infrastrutture richieste per la diffusione su vasta scala dei veicoli elettrici, descrivendo in particolare una soluzione che consentirebbe fin da oggi la utilizzazione di questi mezzi per impieghi specifici: un sistema di circolazione urbana del tipo a noleggio e controllato da minicalcolatore, che si avvale di stazioni automatiche di ricarica capaci di identificare l'utente e di prenotare la stazione di arrivo.

L'ing. *G. Liberati* (ENEL, Milano) ha passato in rassegna le iniziative italiane e straniere per l'utilizzazione del veicolo elettrico per servizi aziendali, soffermandosi in particolare sull'esperienza dell'ENEL in questo settore.

Il per. ind. *A. Bossi* ha infine esposto gli obiettivi del programma di sperimentazione su strada che l'ENEL conduce sui mezzi del parco elettrico recentemente costituito.

Alla serie delle relazioni ha fatto seguito un ampio dibattito a cui hanno partecipato numerosi degli intervenuti; la manifestazione si è conclusa con la relazione di chiusura del prof. *L. Paris*.

Notizie e Informazioni

Il programma di Istruzione Permanente del **Politecnico di Milano** prevede, per il periodo **febbraio - marzo 1978** la seconda edizione del **Corso di Normazione,** diretto a tecnici laureati o diplomati o con preparazione equivalente che operino nel settore normazione delle aziende.

Il Corso si svolgerà con la collaborazione dell'Ente di Unificazione Nazionale (UNI).

Informazioni più complete possono essere chieste al Segretario del Corso, prof. ing. Edoardo Rovida, Sezione Disegno di Macchine, Politecnico, piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, tel. 235651.

* *

Il Programma di Istruzione Permanente del **Politecnico di Milano** comprende, per il periodo **aprile - maggio 1978** il **Corso « Metodi didattici applicati alle discipline tecnologico-meccaniche »**. Il Corso si indirizza ad insegnanti universitari e medi di discipline tecnico-scientifiche e particolarmente meccaniche, come pure a responsabili del settore formazione delle aziende che desiderino avere una visione globale ed organica delle problematiche didattiche moderne.

Più estese informazioni possono essere chieste al Segretario del Corso, prof. ing. Edoardo Rovida, Sezione Disegno di Macchine, Politecnico, piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, tel. 235651.

* *

Presso la **Facoltà di Ingegneria** dell'Università di **Roma** si svolgerà, nell'anno accademico 1977-78, con **inizio nel gennaio 1978** e durata annuale e il **Corso di specializzazione in Elettromagnetismo applicato** istituito con D.P.R. n. 875 del 31 ottobre 1974. Il Corso ha per finalità la preparazione di tecnici specializzati per lo studio e la risoluzione dei problemi inerenti alla teoria e alle applicazioni dell'elettromagnetismo.

Gli insegnamenti in programma sono: 1) *Circuiti a microonde;* 2) *Metodi numerici per la risoluzione di problemi elettromagnetici;* 3) *Radiopropagazione;* 4) *Tecnica delle misure elettromagnetiche;* 5) *Tecniche elettromagnetiche di diagnostica ambientale;* 6) *Teoria delle antenne;* 7) *Teoria e applicazioni della propagazione in mezzi anisotropi.*

Al Corso sono ammessi laureati in ingegneria e, a giudizio del Consiglio del Corso, i laureati in altre discipline e laureati stranieri.

Le date per la presentazione delle domande in carta legale all'Ufficio di Segreteria (via Magenta 2, Roma) sono: 5 novembre 1977 e, per i laureati nella sessione autunnale, il 15° giorno dal conseguimento del titolo, con limite ultimo al 31 dicembre 1977. Il programma del Corso ci è pervenuto troppo tardi per consentirci un più tempestivo annuncio.

Informazioni possono essere chieste all'Ufficio di Segreteria, all'indirizzo sopra indicato.

La FAST (Federazione delle Associazioni Scientifiche e Tecniche) e l'IMI (Istituto Mobiliare Italiano) hanno indetto, per i giorni **5-6 dicembre 1977 a Roma,** presso l'IMI, un **Convegno su Esperienze e prospettive del Fondo per la Ricerca Applicata,** seguito da una **tavola rotonda** su **La politica della ricerca e la legge di riconversione e ristrutturazione industriale.**

L'annuncio delle due manifestazioni ci è giunto troppo tardi per una tempestiva pubblicazione.

I testi degli interventi saranno pubblicati sugli Atti del Convegno. Informazioni possono essere chieste alla FAST, piazzale R. Morandi 2, 20121 Milano - telefono 02-783051.

* *

Attività del CESI

Il **Bollettino n. 30 (settembre 1977) del CESI** reca le seguenti notizie sull'attività dell'Istituto.

Un *corso di formazione tecnica,* della durata di nove mesi (novembre 1976 - luglio 1977) è stato tenuto per personale appartenente alla S.N.EL. (Société Nationale d'Electricité), Ente Elettrico di Stato dello Zaire. Argomento del corso è stato lo studio approfondito delle reti e dei vari aspetti del loro funzionamento.

La *collaborazione tra CESP* (Centrais Electricas de São Paulo S.A. - Brasile) *ed il CESI,* iniziata nel 1968 nel campo degli studi, delle ricerche, delle consulenze e delle prove e collaudi sugli impianti elettrici, è stata prorogata per tre anni con un nuovo contratto per la prestazione di servizi.

Anche la *CHESF* (Companhia Hidro Electrica de São Francisco - Brasile) *ha stipulato col CESI un contratto* triennale per l'esecuzione di studi, ricerche, consulenze, prove e collaudi sui suoi impianti idroelettrici.

Il progetto di massima delle reti di terra per la teleferica Bourg S. Maurice - Les Arcs che, nel territorio di Bourg, St. Maurice, in Savoia, incrocia una linea a 150 kV dell'E.d.F., è stato redatto dal CESI, dopo una serie di sopralluoghi volti a determinare la resistività dei terreni interessati dalle strutture di sostegno dell'impianto e l'ubicazione più conveniente del sistema di terre. Il progetto ha previsto che il sistema possa smaltire con sicurezza la totale corrente di guasto monofase a terra (17 000 A) della rete locale E.d.F.

La rete elettrica dello stabilimento siderurgico della Dalmine Siderca di Campana (Buenos Ayres) è stata studiata, in collaborazione con la Società Techint, di Milano, in vista dell'installazione di nuovi forni ad arco e laminatoi. Sono stati analizzati i vari problemi che potrebbero sorgere riguardo alla compensazione del fattore di potenza, alle armoniche di corrente, alla stabilità del generatore dell'impianto rispetto all'alimentazione esterna, al distacco di carico in caso di mancanza di alimentazione esterna, alle correnti di corto circuito e al coordinamento delle protezioni.

L'EDELCA - (Electrificacion del Caroni S.A., Caracas) *ha richiesto al CESI la revisione di uno studio sull'impianto elettrico* di uno stabilimento siderurgico, per valutare l'influenza di tale impianto sulla rete di alimentazione. Lo studio ha riguardato, in particolare, l'esame dell'esercizio dei forni ad arco, la definizione della potenza reattiva necessaria all'impianto, le fluttuazioni della tensione derivanti dal funzionamento dei forni, la valutazione delle armoniche di corrente, la determinazione delle condizioni di lavoro più convenienti per migliorare le condizioni di intervento dei commutatori sotto carico del trasformatore principale di alimentazione. Sono state infine studiate le condizioni riguardanti l'inserzione di banchi di condensatori di compensazione.

Il futuro sistema elettrico a 400 kW *del Portogallo,* che dovrà entrare in servizio nella seconda metà del 1978, fruirà dell'assistenza del CESI per quanto riguarderà le verifiche, le specifiche tecniche delle apparecchiature di prova ed i sistemi di misura da adottare durante le prove. Tale compito è stato affidato al CESI, Reparto Studi di Rete, dall'E.d.P. (Electricidade de Portugal).

Per conto della Direzione Studi e Ricerche dell'ENEL sono in corso *prove di lunga durata su cavi isolati in carta impregnata per media tensione, del tipo* ASCOLR /36 *con terminali di tipo bloccato.* Le prove hanno lo scopo di verificare il comportamento di cavi e terminali nei casi di cavi a miscela normale e non migrante. Per confronto, sono contemporaneamente provati spezzoni di cavi muniti di terminali a serbatoio. Le prove vengono condotte su spezzoni di cavi lunghi circa 35 m applicando in permanenza tensione trifase di 22 kV e sottoponendo i conduttori a riscaldamento ciclico mediante passaggio di corrente. I cavi sono montati su una incastellatura in modo da realizzare un dislivello di 12 m tra le estremità.

Prima della prova, gli spezzoni di cavi sono stati sottoposti a prove di piegatura, di corto circuito a 20 kA per 1 s e di rigidità dielettrica a frequenza industriale per 15 min. Durante la prova viene sistematicamente misurato l'angolo di perdita del dielettrico e vengono misurate tensioni, corrente e temperature delle guaine.

Per la stessa Direzione Studi e Ricerche dell'ENEL sono state eseguite *prove di invecchiamento accelerate su isolatori in materiale organico per interno.* Sono state seguiti metodi di prova proposti dal Sottocomitato 17 C della IEC, ma si sono raccolti elementi per giungere a definire un metodo di prova unificato.

Sono stati provati isolatori di varia forma e provenienza, ed è stata messa a punto una apparecchiatura per il rilievo e la registrazione del picco massimo della corrente di fuga di ogni singolo isolatore, anche nel caso di prove su più isolatori in parallelo. Tale rilievo si è rivelato assai utile per valutare l'andamento del processo di invecchiamento.

Per conto della Società ITALTRAFO sono state eseguite *prove di tenuta al corto circuito di un trasformatore trifase a 3 avvolgimenti,* di rapporto 220 ± 9 × × 1,11 / 6,84 / 6,84 kV e di potenze nominali 28,2 / 14,1 / 14,1 kVA, destinato all'impianto Eurodif di Tricastin. Con la collaborazione dell'ISMES (Istituto Sperimentale di Modelli e Strutture, di Bergamo) sono stati effettuati rilevi delle sollecitazioni sulla cassa migliori di altri ottenuti in occasione di prove precedenti.

Il Laboratorio Grande Potenza ha eseguito *prove elettrodinamiche di tipo su sezionatori a pantografo per tensione nominale di* 420 kV. La configurazione di prova prevista è stata realizzata con sbarre tubolari d'alluminio del diametro di 220 mm. Sugli stessi sezionatori sono state eseguite prove per la verifica del « volume nominale di presa » determinato dai possibili spostamenti del contatto fisso dovuti a ghiaccio, a vento o a variazioni di temperatura e, inoltre, prove di resistenza meccanica.

Le riprese cinematografiche ad alta velocità, eseguite durante le prove, sono risultate di elevata qualità grazie ad una nuova e perfezionata apparecchiatura di illuminazione.

Nell'ambito dei Laboratori Alta Tensione è entrato in servizio un *nuovo laboratorio destinato all'esecuzione di prove e di studi su cavi ad isolamento solido estruso.*

L'edificio misura, in pianta 42 m × 45 m ed ha l'altezza libera di 12 m: esso è provvisto di tutti i servizi accessori, che lo rendono completamente indipendente.

Il laboratorio è previsto per operare nel campo dei cavi ad isolante solido estruso per tensioni nominali fino a 245 kV. Attualmente sono in funzione due linee di prova, con tensioni efficaci fino a 350 kV e potenza di 700 kVA. Altre due linee con caratteristiche analoghe sono previste a breve scadenza. E' prevista anche la possibiiltà di operare con tensioni efficaci fino a 600 kV, con potenza di 1 400 kVA. Tutte le linee di prova sono adatte per prove sia di breve che di lunga durata e sono equipaggiate per il rilievo di tutti i dati caratteristici di prova.

* *

Gli organizzatori di **Communications 78,** approssiandosi la data della manifestazione **(4-7 aprile 1978)** della quale abbiamo da tempo dato notizia nel « Calendario », richiamano l'attenzione sull'abbinamento della **Conferenza** e della **Mostra** che si svolgeranno a **Birmingham** presso il **National Exhibition Centre.**

La Conferenza, organizzata per tre volte dall'IEE, vede per questa quarta edizione, la compartecipazione anche della Sezione IEEE per il Regno Unito e la Repubblica Irlandese, dell'Institution of Electronic and Radio Engineers (IERE) e della IEEE Communications Society.

Il programma prevede i seguenti temi: Telecomunicazioni PTT; Radiocomunicazioni fisse e mobili; Comunicazioni per la difesa.

La Mostra è dedicata a tutti gli aspetti delle apparecchiature e dei sistemi di comunicazione, comprendendo gli sviluppi più importanti nel settore delle comunicazioni pubbliche e private. Un elenco assai nutrito delle Ditte espositrici fornisce una testimonianza del prestigio della manifestazione.

Ricordiamo che informazioni possono essere chieste: per la Conferenza, alla IEE, Conference Department, Savoy Place, London WC 2 R OBL; per la Mostra, all'indirizzo indicato in « Calendario » oppure anche a: Exhibition Director, Tony Davies Communications, c/o Industrial and Trade Fairs Ltd, Radcliffe House, Blenheim Court, Solihull, West Midlands B91 2 BG (Inghilterra).

* *

Ci è pervenuto il programma della **Conference on Radio Receivers and Associated Systems** che si terrà **alla University of Southampton** dall'**11 al 13 luglio 1978** e che, da tempo, figura nella rubrica « Calendario » della nostra rivista.

La Conferenza è organizzata dall'IERE (Institution

of Electronic and Radio Engineers, congiuntamente con l'IEE, l'IEEE e la Radio Society of Great Britain, col patrocinio dell'EUREL.

I temi principali sono: *Ricevitori e rice-trasmettitori per specifici settori di applicazione; Tecniche digitali nei sistemi di ricevitori e nei dispositivi input/output; Ricevitori per una più efficiente utilizzazione dello spettro; Specificazioni per i ricevitori, misure e prove; Componenti per ricevitori.*

Il programma ci è giunto troppo tardi per annunciare che il 21 novembre 1977 era il termine fissato per la presentazione di un riassunto di 200 parole di eventuali contributi; questi comunque, devono essere inviati entro il 31 gennaio 1978 .

Lingua ufficiale: inglese.

Informazioni possono essere chieste al seguente indirizzo: Conference Secretariat, Institution of Electronic and Radio Engineers, 8-9 Bedford Square, London WC1B 3RG.

* *

Università di Pavia
Seminario sulla Sicurezza negli Impianti Elettrici

Nell'ambito di un'iniziativa dell'Università degli Studi di Pavia, che ha promosso una serie di « Seminari su aspetti scientifici e tecnici dei problemi di sicurezza per l'uomo » in corso dalla passata primavera, si è svolto a Pavia nei giorni 12 e 13 ottobre 1977 l'ottavo Seminario sul tema « Sicurezza negli impianti elettrici », già annunciato sui numeri 7, 8 e 9 de « L'Elettrotecnica ».

L'interesse per tutta la problematica connessa con i temi trattati è stato testimoniato dalla notevolissima affluenza di partecipanti: ricercatori e studenti universitari, dipendenti di aziende elettriche e di altri enti, costruttori e installatori di materiale elettrico hanno vivacemente dibattuto temi, provvedimenti, interventi tutti volti alla tutela dell'integrità fisica degli utenti di energia elettrica.

Nel corso della prima giornata, dopo un'introduzione del Coordinatore ing. V. Vaccari, si sono succedute le seguenti relazioni, che dovrebbero essere poi raccolte e pubblicate negli « Atti » del Seminario.

G. Catenacci — *Pericoli ed effetti patologici della corrente elettrica.* Il relatore ha presentato la fisiopatologia delle malattie da elettricità, i più tipici quadri clinici, ed elementi di terapia (con riferimento anche alle ustioni elettriche).

G. P. Granelli, A. Silvestri — *Protezioni contro i pericoli dell'elettricità negli impianti elettrici utilizzatori.* Dopo un richiamo sugli effetti della corrente elettrica e sulle tensioni ritenute ammissibili, focalizzando l'attenzione soprattutto sulle indicazioni della Normativa tecnica, i relatori hanno distinto le tipiche situazioni di pericolo associate ai contatti diretti e indiretti e hanno presentato i sistemi di protezione adottabili. Si è insisitito in particolare sul provvedimento della messa a terra contro i contatti indiretti, e sul coordinamento dell'impianto di messa a terra con le protezioni, sottolineando le difficoltà che si incontrano impiegando interruttori automatici o fusibili anche contro i guasti a terra. I vantaggi che invece si conseguono adottando interruttori differenziali sono stati discussi criticamente, per porre in evidenza che la loro adozione contro i contatti sia indiretti sia diretti non esonera da ogni altro provvedimento protettivo.

Durante e dopo le relazioni, il dibattito è stato ricco di spunti e di chiarificazioni; i numerosi interventi hanno confermato, sia pure con varietà d'accenti, la necessità di una più diffusa informazione all'utente e hanno stimolato un non inutile approfondimento anche su temi o provvedimenti (ad esempio: l'obbligo della messa a terra; la funzione degli interruttori differenziali) che pure dovrebbero ormai considerarsi acquisiti.

Nella seconda giornata, le relazioni sono state le seguenti:

D. Donnini — *Ruolo degli enti di controllo per la sicurezza degli impianti elettrici.* Fruendo delle competenze e della documentazione acquisite come direttore dell'ENPI di Pavia, il relatore ha tracciato una panoramica sulle funzioni che spettano agli enti di controllo in ordine alla prevenzione degli infortuni elettrici. Anche attraverso l'illustrazione di dati statistici, da un lato è stato mostrato l'efficacia di tali interventi, dall'altro si è sottolineato ancora una volta come sia indispensabile l'intervento concreto di ogni persona o ente interessati alla sicurezza degli impianti elettrici.

G. Corbellini — *Disposizioni di legge e normative tecniche sugli impianti elettrici.* La vasta tematica oggetto della relazione è stata affrontata partendo dalla presentazione di alcuni semplici ma significativi esempi di infortunio elettrico e illustrando nei vari casi le inadempienze tecniche e legali e i provvedimenti che sarebbe stato necessario adottare. Muovendo di qui, il relatore ha potuto portare proficuamente all'attenzione e al dibattito di tutti i presenti il contributo della sua esperienza professionale relativa a numerosi casi di incidenti elettrici, e ha insistito in modo particolare sulle responsabilità a diversi livelli di tutti coloro (committente, progettista, direttore dei lavori, costruttore e fornitore di componenti, installatore, collaudatore) che abbiano avuto a che fare con un impianto elettrico sede di infortunio.

La discussione che è seguita ha toccato numerosi e notevoli problemi: particolare accento è stato posto ancora una volta sulla carenza, da tempo lamentata ma tuttora irrisolta nel nostro paese, di disposizioni e strutture — già esistenti viceversa in altre nazioni — che regolamentino e assicurino la verifica della buona esecuzione degli impianti e la loro rispondenza alla Normativa tecnica e giuridica.

* *

Sulla stampa tecnica americana è apparsa la notizia della costruzione, ad opera della Boeing, per conto della ERDA e della NASA, di una **turbina da 2,5 MW mossa da una ruota a vento con pale** della lunghezza **di circa 90 m.**

L'impianto sarà completato verso la fine del 1979 e sorgerà in località battuta da venti con velocità media di 20 ÷ 25 km/h. Anche la General Electric Co. ha in costruzione due impianti del genere, per velocità del vento di circa 30 km/h.

E' stato sollevato il dubbio che ruote a vento di così cospicue dimensioni possano influire sulle trasmissioni radio-televisive. Chi si è occupato del problema prevede un effetto di disturbo solo sulle ricezioni video, a causa dell'effetto speculare delle pale metalliche, per le quali è pertanto allo studio un rivestimento protettivo.

* *

Sulla linea ferroviaria Genova-Torino, nel **tratto Ronco-Alessandria** (47 km) è entrato in funzione nell'ottobre scorso il **sistema di blocco automatico,** con ripetizione dei segnali in macchina. Le apparecchiature relative sono state interamente progettate e costruite, in collaborazione con i servizi tecnici delle Ferrovie del-

lo Stato, dalla Società Ansaldo, che ne ha curato anche l'installazione.

Sul tratto Genova-La Spezia (90 km), della linea Genova-Pisa-Roma, sono in corso, sempre a cura dell'Ansaldo, i lavori per l'estensione del sistema, mentre, per la fine del 1979 è previsto il completamento dell'impianto per l'automatizzazione dell'intero nodo ferroviario di Genova.

Finora, le apparecchiature di blocco automatico che equipaggiano circa 1 400 km di linee a doppio binario della rete ferroviaria nazionale erano importate in parte dagli Stati Uniti e in parte costruite in Italia su licenza americana.

* *

Nel decorso mese di luglio, la NASA ha lanciato il **satellite meteorologico geostazionario** (GMS) che la Nippon Electric Company ha costruito per la realizzazione di una parte del programma di osservazione meteorologica in atto su base mondiale. Tale programma è sostenuto dagli USA, dal Giappone, dall'European Space Agency, dall'URSS, dalle Nazioni Unite, dalla Organizzazione Meteorologica Mondiale, dal Concilio Internazionale delle Unioni Scientifiche, dall'industria aerospaziale e da circa 145 paesi interessati alla raccolta di osservazioni meteorologiche giornaliere sulla superficie terrestre e nell'atmosfera.

Il GMS ora lanciato stazionerà in un'orbita sincrona all'altezza di 38 500 km sopra l'Equatore, a 140° di longitudine est, a sud del Giappone. La sua permanenza in orbita è prevista per cinque anni. Esso sorveglierà la vasta zona del Pacifico che comprende il Giappone, la Corea, Formosa, le Filippine, l'Australia, la Nuova Zelanda, l'Indonesia, la Malaysia, il Vietnam, la Tailandia, la Birmania, il Laos, il Tibet, la Cina e la Mongolia, e si aggiungerà ai due satelliti geostazionari USA, lanciati nel 1974 e nel 1975.

Fig. 1. — Il GMS giapponese sottoposto ai collaudi finali nella camera anecoica della Hughes Aircraft Co.

Seguiranno, per completare il programma, un satellite sovietico ed uno europeo. L'organizzazione a terra del programma è affidata a molte migliaia di stazioni, fra le quali ne figurano molte automatiche installate in località remote, a numerosi aerei speciali, a navi oceaniche e a boe meteorologiche.

Lo strumento principale installato a bordo del satellite è il VISSR (Visible and Infrared Spin-Scan Radiometer: radiometro ad analizzatore rotante per l'osservazione normale e all'infrarosso), che può produrre immagini in luce visibile di giorno e in radiazioni infrarosse ad alta definizione di notte, trasmettendole ininterrottamente al ritmo di un'immagine ogni 30 minuti. Il VISSR è stato studiato e costruito dal Santa Barbara Research Center (California), una consociata della Hughes Aircraft Company, ed è stato derivato dai precedenti radiometri montati sui satelliti già in orbita, dai quali giungono immagini assai nitide relative alle condizioni meteorologiche esistenti nell'atmosfera.

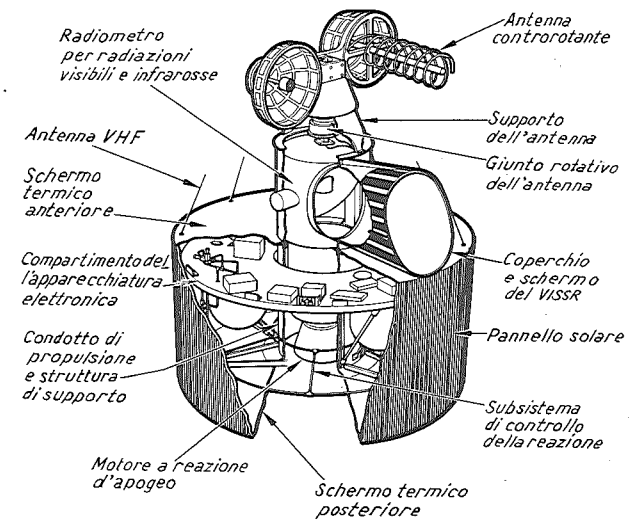


Fig. 2. — Schema della struttura del satellite.

Queste notizie ci sono state fornite dalla Carl Byoir & Associates Ltd (via Borgospesso 6, 20121 Milano, tel. 702 730) per conto della Hughes Aircraft Co.

* *

Nello scorso mese di settembre, lo CSELT (Centro Studi e Laboratori Telecomunicazioni) del gruppo STET, ha posto in atto, a Torino, un secondo **esperimento,** denominato COS 2, che costituisce un ulteriore passo, dopo il precedente esperimento COS 1, **verso l'impiego delle fibre ottiche nelle comunicazioni telefoniche.** L'esperimento COS 1, iniziato nel marzo 1976, era consistito in prove di trasmissione su un cavo ottico, lungo 1 km, posato nel recinto del Centro. Ora, invece, è stato installato un cavo tra due centrali telefoniche urbane della SIP, distanti tra loro 4 km. L'esperimento, della durata prevista di un anno, è condotto in collaborazione con la SIP, la Corning Glass Works (USA), produttrice delle fibre ottiche, l'Industria Pirelli, realizzatrice del cavo, e la SIRTI, che ha provveduto alla posa del cavo ed alle giunzioni tra le fibre ottiche, realizzate con una tecnica originale studiata dallo CSELT.

Le fibre ottiche utilizzate, del diametro di 0,125 mm, sono del tipo « graded index », a bassa attenuazione (in media, 3,8 dB/km) e a larga banda (oltre 700 MHz su 1 km). Il diametro esterno del cavo è di 11,2 mm; il peso è di circa 100 g/m; le fibre contenute sono otto, e di esse cinque sono, per ora, inutilizzate. Uno spezzone di cavo, lungo 1 km, sarà installato prossimamen-

te in un circuito sperimentale, ad anello: esso contiene otto fibre, cinque prodotte dalla Corning e tre realizzate dallo CSELT, con attenuazione media di 6,8 dB/km, e con larghezze di banda scalate fino ad un massimo di 1 000 MHz su un chilometro.

Il nuovo cavo è stato posato nei cunicoli urbani già esistenti della SIP, entro un tubo di politene infilato, con altri tre (da utilizzare in futuro), in un tubo esistente, del diametro di 125 mm. Sull'intero percorso, comprendente tratti tortuosi, il cavo, diviso in tre pezzature da 1 km e due da 500 m, è stato posato mantenendo il tiro al disotto di 85 kg.

Sul cavo installato è stato sperimentato un sistema di trasmissione a 140 Mb/s, realizzato dallo CSELT, equivalente a 2 000 canali telefonici. L'utilizzazione di tutte le otto fibre, consentirà la trasmissione contemporanea di 8 000 conversazioni telefoniche bidirezionali.

L'esperimento si colloca in posizione di rilievo tra quelli analoghi in corso in diverse nazioni, quali Stati Uniti, Inghilterra, Germania e Giappone, e costituisce una premessa importante per il miglioramento del servizio pubblico di telecomunicazioni

* *

La GTE ATEA NV, Società controllata dalla GTE (General Telephone and Electronics Corporation) installerà **un cavo « ottico »**, per comunicazioni telefoniche, **tra Bruxelles e Vilvoorde,** su una tratta di 10,5 km. Il sistema entrerà in servizio pubblico alla fine del 1978. Le attrezzature terminali saranno fornite, assieme ad altri dispositivi accessori, dalla GTE Telecomunicazioni S.p.A. di Milano.

La GTE International, nel fornire queste notizie, aggiunge che il cavo comprende sette fibre di vetro del diametro di un decimo di millimetro; di queste, solo due saranno utilizzate inizialmente, con una capacità di trasmissione di 480 messaggi telefonici.

Successivamente, col completamento delle apparecchiature, sarà raggiunta la capacità totale di 2 400 messaggi.

Con le notizie, ci sono pervenute due illustrazioni, che riproduciamo: la prima pone a confronto un campione del nuovo cavo con un cavo telefonico di tipo tradizionale a 1 200 coppie di fili di rame; la seconda mostra la struttura del cavo « ottico », che ha il diametro esterno di 25 mm.

Fig. 1. — Confronto tra il cavo telefonico GTE a sette fibre ottiche ed un cavo di tipo tradizionale a 1 200 coppie di fili di rame.

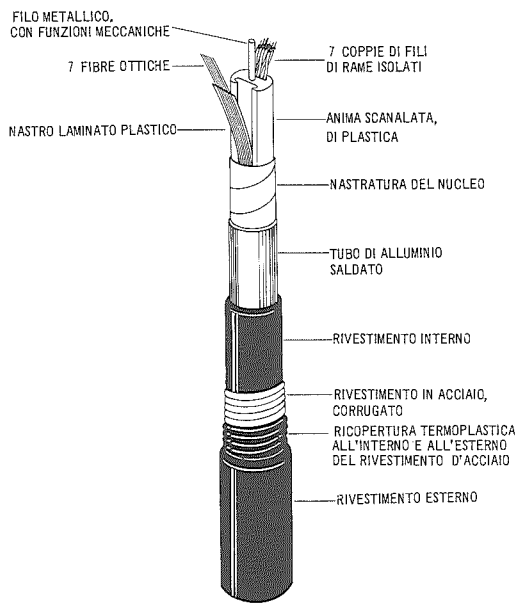


Fig. 2. — Struttura del cavo.

* *

Il Rendiconto dell'esercizio 1976 della Azienda Elettrica Municipale di Torino, ricco di dati tecnici e finanziari, ci offre lo spunto per ricavare le seguenti notizie.

Gli impianti dell'AEM hanno prodotto complessivamente, nel 1976, 1 512,6 milioni di kWh, dei quali 878,7 di produzione idroelettrica e 633,9 di produzione termoelettrica. Rispetto al 1975, si è registrato un aumento del 16,6%, dovuto esclusivamente alla produzione termoelettrica, mentre la produzione idroelettrica è rimasta praticamente invariata. Si deve notare che, per avaria, il 2° gruppo della Centrale termica di Moncalieri era rimasto fermo nei primi due mesi del 1975.

Nella stessa Centrale di Moncalieri è entrato in servizio il nuovo gruppo turbogas da 33 MW, che ha prodotto 57,4 milioni di kWh.

Nel 1976, l'AEM ha ritirato dall'ENEL 1,1 milioni di kWh in conto acquisti, 52,6 miloni di kWh per permuta e 8,3 milioni di kWh a compenso di acque derivate dall'ENEL nell'alto corso della Clarea e sottratte alla Centrale di Chiomonte.

Complessivamente, l'energia immessa in rete è ammontata a 1 574,6 milioni di kWh, con un aumento del 5,1% rispetto al 1975: tale valore rimane tuttavia inferiore ai livelli massimi raggiunti nel 1972-1973.

La vendita di energia agli utenti è aumentata, nel settore industriale, di circa il 9,1%: nel settore privato l'aumento è stato limitato a circa 1,1%: in questo settore ha avuto peso anche la modifica delle tariffe operata in seguito alle disposizioni governative.

Le incertezze sul ruolo e sulle prospettive dell'AEM e l'elevato costo del denaro hanno frenato gli investi-

menti per il potenziamento degli impianti. Le maggiori attenzioni sono state rivolte al miglioramento ed al potenziamento della rete di distribuzione cittadina: ma, oltre a lavori di sistemazione in alcune centrali, sono state anche iniziate le opere per il rifacimento completo della sezione a 30 kV della stazione primaria Monterosa in Torino, e la parte principale dei lavori della nuova cabina sotterranea di trasformazione e conversione nell'area della ex-piazza d'Armi. E' stata, infine, completata la cabina di trasformazione e conversione « Passo Buole » sia per l'utenza normale dell'AEM, sia per la rete tranviaria urbana, mentre è stato anche completato l'impianto di telecomando e di telemisura con elaboratore elettronico per la centralizzazione delle misure e dei comandi della rete A.T. presso la stazione Martinetto.

* *

E' stata data notizia della costituzione della **nuova Società Vanossi - Merlin Gerin,** con sede in Milano, via Oglio 12, derivante da accordi intercorsi tra la Vanossi S.p.A., italiana, e la Merlin Gerin, francese.

La nuova Società ha come obiettivo il potenziamento dell'attività tecnica delle due Società e lo sviluppo della produzione comune, che sarà realizzata in un nuovo stabilimento, a Rieti, con la collaborazione della INSUD S.p.A.

La Vanossi continuerà la sua attività, con la nuova denominazione di FINELECTRIC ITALIANA S.p.A., mantenendo la sede di Milano, via Oglio 12, tel. 533 362, svolgendola, per il settore elettromeccanico, per conto della Vanossi - Merlin Gerin S.p.A.

* *

Nuove pubblicazioni della IEC - La International Electrotechnical Commission ha pubblicato i seguenti fascicoli di Norme.

Pubblicazione 86-2 - Piles électriques. Deuxième partie: Feuilles de spécifications.
4ª edizione Prezzo 96,— franchi svizzeri

Pubblicazione 92-374 - Câbles de télécommunication et câbles pour fréquences radioélectriques pour utilisation à bord des navires. Câbles téléphoniques pour services de communications non essentielles.
1ª edizione Prezzo 18,— franchi svizzeri

Pubblicazione 92-375 - Câbles de télécommunication et câbles pour fréquences radioélectriques pour utilisation à bord des navires. Câbles pour communications, commandes et mesures, d'usage général.
1ª edizione Prezzo 28,— franchi svizzeri

Pubblicazione 227 B - Deuxième complément à la Publication 227 (1967). Câbles souples isolés au polychlorure de vinyle à âmes circulaires et de tensions nominales ne dépassant pas 750 V. Câbles souples méplats sous gaine de polychlorure de vinyle pour ascenseurs et câbles pour connexions flexibles.
Prezzo 22,— franchi svizzeri

Pubblicazione 231 G - Septième complément à la Publication 231 (1967). Principes généraux de l'instrumentation des réacteurs nucléaires. Réacteurs rapides refroidis par métal liquide.
Prezzo 30,— franchi svizzeri

Pubblicazione 269-4A - Premier complément à la Publication 269-4 (1974). Coupe-circuit à fusibles à basse tension. Quatrième partie: Règles supplémentaires concernant les éléments de remplacement utilisés pour la protection des dispositifs à semi-conducteurs.
Prezzo 30,— franchi svizzeri

Pubblicazione 455-2 - Spécification relative aux composés résineux polymérisables sans solvant utilisés comme isolants èlectriques. Deuxième partie: Méthodes d'essai.
1ª edizione Prezzo 50,— franchi svizzeri

Pubblicazione 489-6B - Méthodes de mesure applicables au matériel de radiocommunication utilisé dans les services mobiles. Matériel d'appel sélectif. Mesures dans la bande des fréquences acoustiques. Mesures globales en simulation de système.
Prezzo 32,— franchi svizzeri

Pubblicazione 533 - Compatibilité électromagnétique des installations électriques et électroniques à bord des navires.
1ª edizione Prezzo 82,— franchi svizzeri

Pubblicazione 579 - Contaminamètres et moniteurs de contamination d'aérosol radioactifs.
1ª edizione Prezzo 66,— franchi svizzeri

Pubblicazione 584-1 - Couples thermoélectriques. Première partie: Tables de référence.
1ª edizione Prezzo 110,— franchi svizzeri

Modification n. 1 (1977) *à la Publication* 185 (1966) - Transformateurs de courant.
Prezzo 8,— franchi svizzeri

Modification n. 1 (1977) *à la Publication* 193 (1965) - Code international concernant les essais de réception sur modèle des turbines hydrauliques.
Prezzo 25,— franchi svizzeri

Modification n. 2 (1977) *à la Publication* 238 (1975) - Douilles à vis Edison pour lampes.
Prezzo 8,— franchi svizzeri

Libri e pubblicazioni

IEEE Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants. (IEEE, New York, Editore, 1977. Un volume, 18,5 × 26 cm, 388 pagine, 133 figure, 90 tabelle. Rilegato. Prezzo: 15,— sterline; 25,35 dollari. Distribuito a cura della J. Wiley & Sons. Ltd).

Il libro, che figura fra le publicazioni IEEE come Std. 14-1976, è la quinta edizione di una « guida » pubblicata dall'Industrial Plants Power Systems Subcommittee dell'IEEE Industrial and Commercial Power Sistems Committee che, a sua volta, è un comitato tecnico della IEEE Industrial Applications Society. Esso fu pubblicato, per la prima volta, trentun anni or sono, dalla AIEE, allo scopo di divulgare la conoscenza delle Norme e di facilitarne l'applicazione nella costruzione e nell'esercizio degli impianti industriali di distribuzione dell'energia elettrica. Successive edizioni degli anni 1956, 1964, 1969, ed ora l'attuale, hanno seguito l'evoluzione della tecnica e si sono mantenute press'a poco al passo con i periodi di revisione delle Norme per offrire, assieme ad altre quattro opere di analoga ispirazione, e riguardanti la messa a terra, gli impianti d'energia, le protezioni ed i sistemi di emergenza, un quadro delle caratteristiche, delle funzioni e delle esigenze degli impianti elettrici, ai quali le Norme offrono la loro tutela.

A titolo di curiosità diciamo che i cinque libri sono familiarmente noti per il colore della copertina: rosso, per quello qui presentato, verde, grigio, camoscio e arancione, nell'ordine, per gli altri quattro.

Redatto da numerosi specialisti, coordinati da D.T. Michael, il volume si presenta come un buon testo di Impianti elettrici. L'impostazione è descrittiva-didattica, e la trattazione è corredata da numerosi esempi. Le Norme dei diversi Enti americani, che pure sono le ispiratrici dell'opera, sono citate con una certa discrezione — se così si può dire — e comunque figurano nelle note bibliografiche che, alla fine di ogni capitolo, elencano testi ed articoli tecnici.

Il contenuto del libro è suddiviso in undici capitoli: Introduzione; Progetto dei sistemi; Considerazioni sulle tensioni; Protezione degli impianti ed apparecchiature relative: Calcoli relativi ai guasti; Messe a terra; Fattore di potenza; Interruttori, trasformatori e apparecchiature di controllo dei motori; Misure e contatori; Reti di cavi; Canalizzazioni di distribuzione.

Mancano, come si vede, diversi argomenti tipici della disciplina generale di impianti elettrici: il titolo del libro, d'altronde, è esplicito nel definire il contenuto. E' presumibile che a colmare, almeno in parte, le lacune concorrano gli altri quattro libri « colorati » dei quali abbiamo più sopra citato gli argomenti, senza tuttavia conoscere i contenuti.

La molteplicità degli autori fa si che i vari capitoli siano redatti con una certa diversità di stile, quale più stringato, quale più diffuso; in ogni caso, i concetti fondamentali sono efficacemente esposti, e vaste categorie di lettori possono trovare in questo libro tanto la base di una istruzione specifica, quanto un valido richiamo per l'applicazione coordinata di conoscenze già acquisite.

Gradevole, nello stile delle pubblicazioni IEEE, la presentazione bibliografica.

Volumi Ricevuti

Segnalazioni di volumi pervenuti alla Redazione; di alcuni di questi volumi saranno pubblicate le recensioni.

R. B. SHIPLEY: *Introduction to Matrices and Power Systems.* (J. Wiley & Sons, New York, Londra, Editori, 1976. Un volume, 16 × 23,5 cm, XII + 274 pagine, figure. Rilegato. Prezzo: 15,— sterline; 24,— dollari).

I problemi di funzionamento delle reti elettriche e delle loro parti componenti vengono attualmente trattati con vantaggio applicando il calcolo matriciale. I principi di queste procedure e l'analisi dei risultati che si ottengono sono esposti in questo libro, dedicato a ingegneri, a tecnici d'esercizio ed a studenti delle scuole superiori.

ENEL - Studi e ricerche, n. 22, agosto 1977: *Il metodo di Montecarlo nella pianificazione dei sistemi elettrici* (ENEL, Roma, Editore. Un volume, 21 × 29,7 cm, oltre 200 pagine, figure. Senza indicazione di prezzo).

Nella Collana « Studi e Ricerche » dell'ENEL, ormai favorevolmente nota per l'impostazione del programma editoriale e per i risultati raggiunti, si inserisce questo volume, che riporta 16 articoli originali che rappresentati una parte del contributo che i tecnici dell'ENEL recano, su scala internazionale, alla soluzione dei problemi relativi agli impianti elettrici.

E. BERGMANN - H. NOLL: *Mathematische Logik mit Informatik-Anwendungen* (Springer-Verlag, Berlino, Heidelberg, New York, 1977. Un volume, 13,4 × 20,5 cm, XV + 324 pagine. In brossura. Prezzo: DM. 24,80, US $ 11,00).

187° volume della Collana « Heidelberger Taschenbücher », raccolta di Informatica diretta da Bauer, Goos e Paul. Esso fornisce una introduzione sistematica nei fondamenti della logica matematica, con particolare riguardo alle esigenze dell'Informatica.

N.B.S. - S.P. 477 - *Wind and Seismic Effects - Proceedings of the Eighth Joint UJNR Panel Conference* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1977. Un volume, 20 × 26 cm., XXI + 605 pagine, figure. In brossura. Prezzo: non indicato).

Rendiconti di una conferenza svoltasi a Gaithersburg, Maryland, dal 8 al 21 maggio 1976. Tra le quaranta

memorie presentate, tre hanno attinenza con il comportamento degli impianti nucleari ed una con quello delle apparecchiature di centrale in caso di terremoti e di uragani.

N.B.S. - S.P. 400 - 37: *Semiconductor Measurement Technology. Suppression of Premature Dielectric Breakdown for High Capacitance Measurement,* a cura di A. M. Goodman (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1977. Un fascicolo, 20 × 26 cm., V + 21 pagine, figure. Prezzo: $ 1.30).

Tratta delle particolari precauzioni da adottare nel corso di determinate misure su componenti a semiconduttori.

N.B.S. - S.P. 400 - 39: *Semiconductor Measurement Technology: Some Aspect of Dose Measurement for Accurate Jon Implantation,* a cura di D.M. Jamba (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1977. Un fascicolo, 20 × 26 cm., VII + 36 pagine, figure. Prezzo: $ 1,60).

Nella produzione dei semiconduttori, una continua affinazione dei processi tecnologici e dei metodi si rende sempre più necessaria per l'affidabilità dei prodotti. Il presente fascicolo rende conto di un particolare aspetto di questa tendenza generale.

B. S. GARBOW - J. M. BOYLE - J. J. DONGARRA - C. B. MOLER: *Matrix Eigensystem Routines - EISPACK Guide Extension* (Springer-Verlag, Berlino, Heidelberg, New York, 1977. Un volume, 16,5 × 24 cm., VIII + 343 pagine. In brossura. Prezzo: DM 31,—; US $ 13,70).

Volume n. 51 della Collana « Lecture Notes in Computer Science » diretta da G. Goos e J. Hartmanis. Costituisce il completamento di un precedente volume degli stessi autori sulla pratica dei sistemi di matrici e sull'applicazione del programma di controllo EISPACK, elaborato dalla NATS (National Activity to Test Software) e generalizzato in numerose applicazioni.

Automata, Languages and Programming, Fourth Colloquium, University of Turku, July 1977, a cura di A. Salamaa e M. Steinby (Springer-Verlag, Berlino, Heidelberg, New York, 1977. Un volume, 16,5 × 24 cm., X + 569 pagine. In brossura. Prezzo: DM 41,—; US $ 18,10).

Volume n. 52 della Collana « Lecture Notes in Computer Science » diretta da G. Goos e J. Hartmanis. Contiene le 43 memorie presentate al « Colloquio » svoltosi nei giorni 18-22 luglio 1977 presso l'Università di Turku, in Finlandia.

Mathematical Foundation of Computer Science 1977, a cura di J. Geruska (Springer-Verlag, Berlino, Heidelberg, New York, 1977. Un volume, 16 × 24 cm., XI + 595 pagine, 57 figure. In brossura. Prezzo: DM 40,—; US $ 18,40.

Volume n. 53 della Collana « Lecture Notes in Computer-Science » diretta da G. Goos e J. Hartmanis. Raccoglie i 61 lavori presentati al 6° Simposio « Mathematical Foundations of Computer Science - MFCS '77 » svoltosi dal 5 al 9 settembre 1977 a Tatranska Lomnica, in Cecoslovacchia.

Design and Implementation of Programming Languages - DoD Sponsored Workshop, Ithaca 1976, a cura di J.H. Williams e D.A. Fisher (Springer-Verlag, Berlino, Heidelberg, New York 1977. Un volume, 16,5 × × 24 cm, X + 476 pagine, 21 figure. In brossura. Prezzo: D.M. 37,—; US $ 17,10).

Volume n. 54 della Collana « Lecture Notes in Computer Science » diretta da G. Goos e J. Hartmanis. Costituisce il volume dei Rendiconti del Convegno svoltosi il 30 settembre e il 1° ottobre 1976 presso la Cornell University, in Ithaca (New York) e patrocinato dal Department of Defense. Sono riportate le 21 memorie presentate e discusse.

Fundamentals of Computation Theory a cura di M. Karpinski (Springer - Verlag, Berlino, Heidelberg, New York. Un volume, 16,5 × 24 cm, XI + 542 pagine, 42 figure. In brossura. Prezzo: D.M. 43,—; US $ 19,80).

Volume n. 56 della Collana « Lecture Notes in Computer Science » diretta da G. Goos e J. Hartmanis. Il titolo corrisponde al tema della Conferenza internazionale svoltasi a Poznan - Kornik (Polonia) dal 19 al 23 settembre 1977. Il volume contiene i testi delle 63 memorie presentate.

N.B.S. - S.P. 500-7 - Computer Science and Technology. *Computer in the Federal Government: A Compilation of Statistics* (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1977. Un fascicolo, 20 × 26 cm, VIII + + 31 pagine, figure. Prezzo: $ 1,60).

Presenta numerosi dati sulla consistenza dei calcolatori esistenti negli Stati Uniti.

N.B.S. - S.P. 500-11 - Computer Science and Tecnology: *Computer Software Management: A Primer for Project Management and Quality Control* a cura di D.W. FIFE (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1977. Un fascicolo, 20 × 26 cm, VI + + 49 pagine, figure. Prezzo: $2,—).

Guida elementare per la costituzione di sistemi di « software ».

N.B.S. Building Science Series 104 - *Window Design Strategies to conserve Energy,* a cura di S.R. Hastings e R.W. Crenshaw (National Bureau of Standards, Washington, Editore, 1977. Un volume, 20 × 26 cm, XII + 197 pagine, figure. In brossura. Prezzo: $ 3,75).

L'argomento trattato riguarda l'architettura, ma con un consistente legame al problema degli sprechi di energia, che è ora di interesse generale. Numerose sono le soluzioni che gli autori propongono all'attenzione dei lettori.

R.W. SCHILLER (Coordinatore) - *Instrumentation Curriculum Guide for the Two-year Post Secondary Institution.* (Instrument Society of America - ISA - Pittsburg, Editore, 1977. Un volume, 15,5 × 23,7 cm., 96 pagine. In brossura. Prezzo: 2,— sterline, 9,30 dollari. Ricevuto dalla J. Wiley & Sons, Ltd.).

Seconda edizione di un programma tracciato per un corso biennale di studi sulle tecnologie della strumentazione. Suggerisce con meticolosità argomenti per lo insegnamento e direttive per l'installazione di laboratori di misura.

"Alta Frequenza„

Riassunti dei contributi originali pubblicati nel numero di Novembre 1977.

L. CALANDRINO, G. CORAZZA, G. CRIPPA: *Sistemi in ponte radio a risposta parziale con modulazione di fase a 4 livelli, in classe 1.* (« Alta Frequenza » 1977, vol. XLVI, n. 11, da pag. 515 a 523).

Fra le diverse tecniche di trasmissione numerica che consentono una buona utilizzazione delle bande di frequenza disponibili sono state di recente considerate, ad esempio in sede C.C.I.R., quelle cosiddette « a risposta parziale » con modulazione di fase a 4 livelli.

Per valutare le prestazioni ottenibili con tali tecniche, con riferimento ai sistemi in classe 1 che fanno uso di rigeneratori con retroazione di decisione, viene fornito un algoritmo di analisi che mette in conto le varie cause di deterioramento che si possono presentare in pratica.

Mediante questo algoritmo si mostra come sia possibile ottenere le caratteristiche richieste al canale di trasmissione per mezzo di filtri di semplice realizzazione pratica; successivamente si dimostra che il sistema in esame è notevolmente insensibile alle interferenze intercanale — il che consente di adottare canalizzazioni assai strette — mentre risulta assai vulnerabile nei riguardi dell'interferenza isocanale. Infine si determinano gli effetti delle altre principali cause di deterioramento, mettendo in evidenza che non presentano alcuna particolare criticità.

D. CATTABIANI - G. IMMOVILLI: *Prestazioni del divisore di frequenza ad oscillatore sincronizzato.* (« Alta Frequenza », 1977, vol. XLVI, n. 11, da pag. 524 a 529).

Vengono determinate le prestazioni del divisore di frequenza ad oscillatore sincronizzato e viene istituito un confronto con il divisore ad aggancio di fase e con quello di Miller.

I risultati mostrano che esso è adatto per eseguire la divisione di frequenza di segnali FM a larga banda.

G. LONGO, A. SGARRO: *Applicazione della codifica in due passi alle reti d'informazione.* (« Alta Frequenza », 1977, vol. XLVI, n. 11, da pag. 530 a 534).

Ad una sorgente d'informazione finita y viene associata una struttura di grafo, i cui vertici corrispondono alle lettere della sorgente. Due vertici sono adiacenti se e solo se il codificatore e il decodificatore distinguono le lettere corrispondenti, che allora si diranno « distinguibili ». Inoltre una sorgente finita x fornisce informazione collaterale al decodificatore di y. Viene descritto un procedimento di codifica in due passi: nel primo passo vengono assegnate parole di codice diverse soltanto a lettere distinguibili; nel secondo si compie una codifica analoga per il grafo complementare, nel quale coppie di lettere prima distinguibili divengono indistinguibili e viceversa. Si dimostra che l'esistenza della sorgente ausiliaria x consente un risparmio nella lunghezza delle parole di codice corrispondenti a ciascuno dei due passi, e si studia la grandezza di tale risparmio.

G.L. CARIOLARO - S.G. PUPOLIN: *Un metodo sistematico per valutare la probabilità di errore nei sistemi con simboli correlati.* (« Alta Frequenza », 1977, vol. XLVI, n. 11, da pag. 535 a 547).

Viene considerata la valutazione della probabiiltà di errore nei sistemi di trasmissione numerica in banda base con simboli codificati, in presenza di interferenze di intersimbolo e rumore additivo. Com'è noto, in tali sistemi la codifica di linea introduce una correlazione nei simboli trasmessi complicandone notevolmente l'analisi.

Viene prima formulata una teoria generale sul calcolo della probabilità d'errore che tiene conto della correlazione fra i simboli; per maggiore generalità, anzichè la probabilità d'errore condizionata dal simbolo in esame, si considera la probabilità di errore condizionata da una generica condizione sul messaggio numerico. Questa teoria generale è poi applicata ai metodi di sviluppo in serie più comuni (Gram-Charlier, Edgworth e metodo alle quadrature di Gauss), che vengono in tal modo generalizzati ai sistemi con correlazione. Si verifica che la tecnica di condizionamento estesa anche a pochi simboli, oltre al simbolo in esame, migliora la precisione di qualche ordine di grandezza senza aumentare eccessivamente la complessità di calcolo. Viene infine fatta un'applicazione ad alcuni sistemi di trasmissione d'interesse ingegneristico.

G. LISITANO - U. CARRETTA - A. COGHE - A. JACCHIA - G. BERETTI - G. NEGRI - F. PAROLI - R. PASSERA - M. SCALAMBRINO - N. SICLARI - M. ZAMBOTTI: *Perdite per rifrazione in fasci di onde millimetriche propaganti attraverso scariche di tipo tokamak.* («Alta Frequenza», 1977, vol. XLVI, n. 11, da pag. 548 a 553).

In base ai profili di densità del plasma rilevati sperimentalmente, vengono calcolate le deviazioni angolari subite da fasci di onde millimetriche che si propagano attraverso una scarica di tipo « tokamak ».

Le perdite (per rifrazione) così dedotte sono confrontate con i rilievi sperimentali delle variazioni di ampiezza in un sistema interferometrico multicanale ($\lambda = 2$ mm).

L. CALANDRINO, G. CORAZZA, G. CRIPPA: *Class 1 partial response 4 ϕ - PSK radio relay systems.* (« Alta Frequen,-za », vol. XLVI, n. 11, pp. 515 ÷ 523).

The growth of the communication industry requires an ever-better use of the available frequency bands. In this prospective 4 ϕ - PSK radio relay systems utilizing class 1 partial response technique with decision feedback regeneration, are considered. An algorithm for evaluation of their performance is set-up and simple filters for implementation of the required transmission channel characteristics are singled out. The performance of the proposed transmission system is then determined in the presence of the most important impairment factors.

D. CATTABIANI, G. IMMOVILLI: *On the performance of the injection-locked oscillator frequency divider.* (« Alta Frequenza », 1977, vol. XLVI, n. 11, pp. 524 ÷ 529).

The performance of the injection-locked oscillator frequency divider is determined and a comparison with the phase-locked loop and Miller frequency dividers is set up. The results show that it is suitable for applications to wide-band FM signals.

G. LONGO - A. SGARRO: *Two-step encoding applied to multi-user communication schemes.* (« Alta Frequenza », 1977, vol. XLVI, n. 11, pp. 530 ÷ 534).

A graph structure is associated with a finite information source y. The graph vertices correspond to the source letters and two vertices are adjacent whenever the two corrisponding source letters are distinguishable by the coder-decoder pair. An auxiliary finite information source x provides side-information at the y-decoder. A two-step encoding procedure is described: in the first step distinct codewords are given to distinguishable letters only; in the second step a similar encoding is performed for the complementary graph, in which indistinguishable letters become distinguishable and conversely. It is shown that the existence of the auxiliary source x brings about an economy in terms of codeword length in both encoding steps. An investigation is carried out as to the extent of this codeword length reduction.

G.L. CARIOLARO - S.G. PUPOLIN: *A systematic approach to error probability evaluation in correlated-symbol systems.* (« Alta Frequenza », 1977, vol. XLVI, n. 11, pp. 535 ÷ ÷ 547).

The paper deals with the error probability evaluation in PAM digital data transmission systems with correlated symbols in the presence of intersymbol interference and additive noise. Usually in these systems the correlation is produced by line encoding.

A general theory is formulated in which the error probability is evaluated under a suitable conditioning on the data message. The theory is then applied to usual series expansion methods, as Gram-Charlier, or Edgeworth series expansion, and Gaussian quadrature rule. It is shown that the technique of conditioning few symbols before and/or after the symbol to be detected can improve substantially the accuracy with an acceptable increase of numerical work.

As an application, the error probability is evaluated in some practical examples of correlated symbol systems.

G. LISITANO, U. CARRETTA, A. COGHE, A. JACCHIA, G. BERETTI, G. NEGRI, F. PAROLI, R. PASSERA, M. SCALAMBRINO, N. SICLARI, M. ZAMBOTTI: *Millimetre wave refraction losses in tokamak discharges.* (« Alta Frequenza », 1977, vol. XLVI, n. 11, pp. 548 ÷ 553).

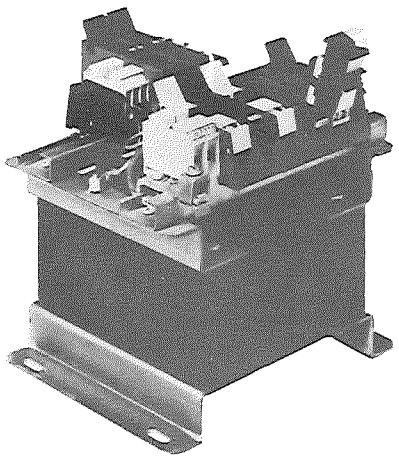
The angular deflections of millimetre wave rays propagating through a tokamak discharge are calculated from the measured plasma density profiles.

The refraction losses deduced from the angular deflections of the rays are then compared with the detected amplitude variations of a multichannel interferometric system ($\lambda = 2$ mm).

Nuovi Prodotti

La Legrand Italia S.p.A. (via Grandi 15, 20089 Rozzano - MI) presenta, per il tramite del Centro Image (Milano S. Felice, 20090 Segrate, telef. 02 - 7530651), una **serie di trasformatori normalizzati, per macchine utensili,** per potenze da 63 a 1600 VA.

Le norme CNOMO 04.02.01, alle quali si uniforma questa serie di trasformatori, sono state redatte per il settore delle macchine utensili; per il

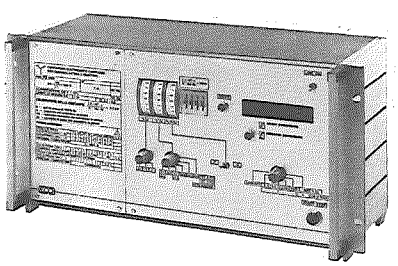


caso specifico, esse dispongono che i trasformatori che equipaggiano le macchine utensili siano muniti, in un blocco unico, di tutti i dispositivi riguardanti l'alimentazione, l'uscita e le protezioni, come si vede, infatti, nella figura.

Più complete informazioni possono essere chieste agli indirizzi sopra ricordati.

* *

La Società E.G.A. (via A. Colombo 17, 20048 Carate Brianza - MI con Laboratorio in Monza, via Marco Praga 24, tel. 039 - 740161) presenta il suo **contatore elettronico campione PQ 1000 per energia attiva e reattiva, Cl. 0.2,** con visualizzazione diretta dell'errore percentuale e del coefficiente di correzione. L'apparecchio è destinato ad equipaggiare stazioni mobili di verifica di contatori monofasi e trifasi a 3 e 4 fili. Esso reca, oltre al numeratore a cifre luminose, tre apparecchi indicatori per la misura delle tensioni di fase e concatenate, delle correnti e della potenza attiva o reattiva che transita nei circuiti sotto misura.



Il contatore campione può essere comandato a mano oppure con un contagiri automatico con fotorilevatore, costruito dalla stessa E.G.A.

Informazioni più complete possono essere richieste agli indirizzi sopra indicati.

* *

La Società E.G.A. (via A. Colombo 17, 20048 Carate Brianza, con Laboratorio in Monza, in via M. Praga 24, tel. 039/740161) presenta il suo **rilevatore di quantità a 10 canali** con lettura digitale della quantità, espressa in "percento" dell'elemento di base.

Lo strumento riceve i segnali da uno spettrometro e li memorizza mediante condensatori a basso angolo di perdita (scadimento dello stato di carica $\leqslant 0{,}50\%$ ogni minuto primo); i

dati relativi ai 10 canali restano disponibili per essere visualizzati sull'indicatore numerico, nella sequenza richiesta dall'operatore mediante una tastiera.

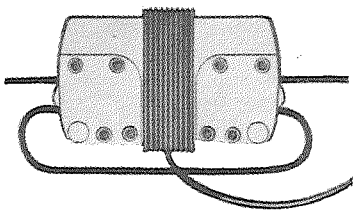
L'apparecchiatura è completata da un temporizzatore elettronico che programma il tempo di prescintilla e da un contasecondi elettronico (99,99s) che controlla il tempo di carica dei condensatori.

Informazioni complete possono essere chieste agli indirizzi sopra indicati.

* *

La ALSTHOM Italiana (piazza S. Babila 5, 20122 Milano, tel. 784651 ÷ 5) segnala i quattro tipi di un **limitatore di carico UNELEC per apparecchi di sollevamento** studiato e realizzato per interrompere il movimento di salita dei carichi eccedenti i limiti di sicurezza, previo azionamento di una sirena d'allarme che segnala quando tali limiti stanno per essere eventualmente raggiunti.

L'apparecchio è fondato sull'impiego di un dispositivo di acciaio che, inserito all'attacco della fune o della ca-



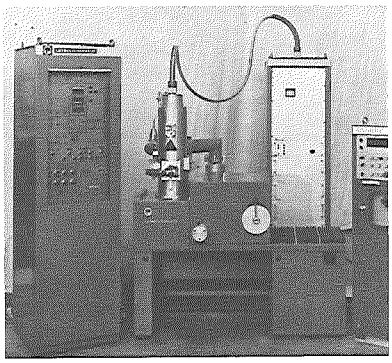
tena dell'apparecchio di sollevamento, si deforma sotto sforzo. La deformazione, amplificata con mezzi elettronici, provoca il funzionamento di microcontatti, che azionano i dispositivi di allarme e di sicurezza.

Più complete informazioni possono essere chieste all'indirizzo sopra indicato.

* *

La Leybold-Heraeus GmbH & Co KG (Wilhelm-Rohn-Strasse 25, POB 549, D-6450 Hanau 1) segnala la sua **apparecchiatura per saldatura a raggi catodici sotto vuoto ESW15/3-60,** che consente la risoluzione in modo perfetto di molti problemi particolari di saldatura nei settori della tecnica nucleare, dell'industria elettrotecnica, della meccanica fine, ed in altri di elevato contenuto scientifico e tecnico.

L'apparecchiatura impiega un raggio catodico con potenza di 3 kW, alla tensione di 60 kV; un sistema di lenti magnetiche concentra il raggio sul pezzo in lavorazione, mentre un sistema ottico consente l'osservazione dall'esterno del processo di saldatura. Il pezzo viene montato su un supporto azionabile dall'esterno con grande precisione.



Il volume della camera di lavoro è di 20 litri, con lunghezza di 370 mm, larghezza di 245 mm ed altezza di 220 mm. Una pompa rotativa ed una molecolare consentono di raggiungere il vuoto di $5 \cdot 10^{-4}$ mb, in circa 20 s.

Informazioni più complete possono essere chieste all'indirizzo sopra indicato.

Brevetti

SEGNALAZIONE BREVETTI

Per concessione dell'Ufficio Internazionale Brevetti dott. Giovanni Lecce & C. S.r.l. (via G. Negri, 10 - Milano - tel. 865 757), continuiamo la pubblicazione di elenchi di brevetti interessanti l'elettrotecnica e l'elettronica, con notevole anticipo sulla loro comparsa nel « Bollettino dei Brevetti » del Ministero dell'Industria, Commercio e Artigianato.

Il sopra menzionato Ufficio potrà, a richiesta, fornire copie dattiloscritte del testo dei brevetti citati, oltre che qualsiasi consulenza relativa al deposito ed alla protezione di brevetti e di marchi.

N. 778317 - Hartig Gunter. - Dispositivo per la generazione di impulsi elettrici esenti da disturbi (Svizz.).

N. 778318 - System Prekvensor AB. - Apparecchio per studi sulla frequenza munito di generatori di impulsi a memoria. (Sv.).

N. 778319 - Western El. Co. Inc. - Amplificatore differenziale a polarizzazione dinamica (USA).

N. 778320 - Siemens AG. - Circuito elettrico formato da moltiplicatori di tensione in cascata (Germ.).

N. 778321 - Siemens AG. - Commutatore elettrico miniaturizzato a cursore. (Germ.).

N. 778322 - Siemens AG. - Tasto piezoelettrico (Germ.).

N. 778323 - Siemens AG. - Relè a tempo azionato da un motore elettrico. (Germ.).

N. 778324 - Dolz Heinrich. - Dispositivo a magnete per compressori elettrodinamici a oscillazione (Germ.).

N. 778325 - P. R. Mallory and Co. Inc. Interruttore elettrico a tempo con azionamento a camma. (USA).

N. 778326 - Monsanto Co. - Condensatore e composizione dielettrica impregnante per esso. (USA).

N. 778327 - Siemens AG. - Amplificatore transistorizzato regolato ad una tensione di uscita costante (Germ.).

N. 778328 - IBM. Corp. - Circuito logico transistore modificato. (USA).

N. 778329 - Siemens AG. - Complesso di comando per un convertitore di corrente (Germ.).

N. 778330 - Siemens AG - Relè di controllo di frequenza (Germ.).

N. 778331 - RCA Corp. - Amplificatore in cascata utilizzante transistori a conduttività complementare (G.B.).

N. 778332 - RCA Corp. - Amplificatore differenziale (USA).

N. 778333 - Signetics Corp. - Attenuatore elettronico integrato ad accoppiamento diretto (USA).

N. 778334 - Lowara Spa. - Procedi- per motori elettrici a traferro piano con nucleo magnetico a nastro avvolto.

N. 778335 - Philips G. - Condensatore elettrico con fogli dielettrici metallizzati (Fr.).

N. 778336 - Rotors Motori Elettrici Spa. - Generatori di programmi di tensione.

N. 778337 - Siemens AG. - Resistore elettrico ceramico e procedimento per la sua fabbricazione.

N. 778338 - Gen. El. Co. - Circuito per il controllo di velocità di motori a corrente continua (USA).

N. 778339 - OXY Metal Finishing Corp. - Dispositivo di immagazzinamento di energia elettrica (USA).

N. 778340 - Owens Illinois Inc. - Alimentatore elettrico e metodo per migliorare le caratteristiche di funzionamento di pannelli di presentazione a scarica in gas (USA).

N. 778341 - Western Ind. Proprietary Ltd. - Perfezionamenti in circuiti elettrici di protezione (S. Africa).

N. 778342 - Sperry Rand Corp. - Perfezionamento nei trasduttori angolari. (USA).

N. 778343 - C.A.V. Ltd. - Impianto elettrico per veicoli (G.B.).

N. 778344 - Mallory Timers Continental Spa. - Perfezionamento nei motori elettrici (USA).

N. 778345 - Pyrotenax of Canada Ltd. - Dispositivo di tenuta ermetica per cavi elettrici e metodo per realizzarlo (Canada).

N. 778346 - ACEC. - Perfezionamento nelle induttanze di livellamento (Belgio).

N. 778347 - Philips G. - Convertitore logaritmico resistenza/frequenza.

N. 778348 - North Americ. Rockwell Corp. - Perfezionamenti nelle antenne per microonde.

N. 778349 - Matsushita El. Co. - Resistore non lineare e scaricatore di sovraccarico che lo comprende (Giappone).

N. 778350 - Ampex Corp. Dispositivo per rivelare la quantità di nastro avvolta su una bobina ad esempio nastro magnetico in bobine per calcolatori elettronici (USA).

N. 778351 - Euratom. - Sistema di controllo elettronico per acceleratori lineari di elettroni (Lussemburgo).

N. 778352 - Motorola Inc - Perfezionamento negli amplificatori lineari ad alta impedenza d'ingresso (USA).

N. 778353 - Joseph Lucas Elec. Ltd. - Relè elettromagnetico (G.B.).

N. 778354 - The Lucas Elec. Co. Ltd. - Interruttore elettrico azionato da un fluido sotto pressione (G.B.).

N. 778355 - American Optical Corp. - Perfezionamento nei cannoni elettronici ad emissione di campo (USA).

N. 7788356 - North Americ. Rockwell Corp. - Perfezionamento nei modulatori per radar ad impulsi (USA).

N. 778357 - Raytheon Co. - Perfezionamento nei magnetron (USA).

N. 778358 - Ferranti Ltd. - Perfezionamento nei laser ad impulsi (G.B.).

N. 778359 - The Lucas Elec. Co. - Ltd. - Dispositivo a spazzola per macchine dinamo-elettriche e metodo per produrle (G.B.).

N. 778360 - Grinson's Colorplungs Ltd. Candela d'accensione (G.B.).

N. 778361 - Lear Siegler Inc. - Barra collettrice per sistemi elettrici (USA).

N. 778362 - Mitsubishi Denki K.K. - Dispositivo di regolazione per circuiti alimentati da una sorgente di potenza a corrente continua.

N. 778363 - Western Elec. Co. Inc. - Circuito elettrico comprendente transistori ad effetto di campo e bipolari combinati (USA).

N. 778364 - The Electricity Council. Torcia a plasma (G.B.).

N. 778365 - Indesit Industria Elettrodomestici Italiana Spa. - Circuiti di controllo automatico di guadagno di un amplificatore a 2 o più stadi.

N. 778366 - Iotron Corp. - Apparecchio radio per la navigazione (USA).

N. 778367 - Westinghouse Elec. Corp. Impianto di regolazione dell'avvolgimento a tensione costante di una bobina per un motore di azionamento in corrente continua (USA).

N. 778368 - Philips G. - Circuito integrato (P.B.).

N. 778369 - M and J Development Co. - Sistema elettronico di controllo di una valvola (USA).

CALENDARIO

delle manifestazioni scientifiche e tecniche

Notizie più dettagliate sulle manifestazioni sono contenute su « L'Elettrotecnica » (El.) o su « Alta Frequenza » (A.F.) nel fascicolo indicato. Le manifestazioni contrassegnate con l'asterisco sono state inserite o modificate in questo numero.

1977

28 nov.-2 dic. Milano. **Corso di aggiornamento: Reti di calcolatori.** Organizzazione: Centro Rete Europea Informatica (CREI), Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica del Politecnico di Milano, FAST e altri. Informazioni: prof. Gesualdo Le Moli, CREI, piazza Leonardo da Vinci 7, 20133 Milano, tel. 02-29 68 26 (El. 10-1977).

30 nov.-2 dic. Brighton (Inghilterra). **Conference on « New Developments in Automatic Testing ».** - Organizzazione: the Institution of Electrical Engineers (IEE), the Institution of Electronic and Radio Engineers (IERE) ed altri. Informazioni: Mrs. Annemarie Cunningham-Swendell, Press and P.R. Officer, IEE, Savoy Place, London WC2R OBL.

30 nov.-2 dic. Ispra (Varese). **Advanced Seminar on Remote Sensing. Part B: Applications in Hydrology.** Informazioni: Secretariat « Ispra-Courses », Centro Euratom, 21020 Ispra (Varese) (El. 2-1977).

14—16 dic. Genova. **Symposium on Advanced Satellite Communications Systems using the 20-30 GHz Bands.** Organizzazione: Istituto Internazionale delle Comunicazioni ed European Space Agency. Informazioni generali: dr. F. Bertoldi, Segreteria Generale IIC, Villa Piaggio, via Pertinace 18, 16125 Genova, tel. 294 683. Informazioni tecniche: Mr. G. Berretta, ESTEC, Space Telecommunications Division, Noordwijk, Netherlands.

1978

gen. Calcutta. **Simposio internazionale sulla strumentazione,** sotto gli auspici della IMEKO (Confederazione Internazionale delle Misure). Informazioni: Prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettrotecnica, via Gradenigo 6/A, Padova (El. 1-1977).

***23 gen.-5 mag.** Politecnico di Milano. **XIII Corso di Organizzazionne e Gestione delle Aziende Industriali.** Organizzazioni e informazioni: Programma di Istruzione permanente del Politecnico, piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, tel. 2368291.

7—9 feb. San Diego, California. **Topical Meeting on Inertial Confinement Fusion.** Organizzazione: Quantum Electronics Council of IEEE ed Optical Society of America. Informazioni: Optical Society of America, Suite 620, 2000 L Street NW, Washington D.C. 20036.

***7—9 feb.** Bruxelles - **International Conference on Trans-national Data Regulation.** Organizzazione: Online Conference Ltd. Informazioni: Al Dunn, Online, Cleveland Road, Uxbridge UB8 2DD, Middx, England.

9—13 feb. Milano - **INTEL '78** Fiera internazionale di Elettrotecnica - Organizzazione: ANIE. Informazioni: INTEL S.p.A., via Luciano Manara 1, 20122 Milano, tel. 799064 - 799066.

***13 febbraio** Milano. Convegno sul tema: **L'Alluminio nel campo elettrico.** Organizzazione: Centro Metalli Leggeri dell'AIM (Associazione Italiana di Metallurgia). Informazioni: dr. Mario Conserva, Istituto Sperimentale dei Metalli Leggeri (ISML), via G. Fauser 4, 28100, tel. 0321-24701; oppure: ing. Giuseppe Martinelli, Società Alluminio Veneta per Azioni (SAVA), via Vittor Pisani 31, 20124 Milano, telefono 02-6224 (El. 7-1977).

13—15 feb. Liegi. **Computer Network Protocols Symposium.** Organizzazione: Università di Liegi. Informazioni: A. Danthine, Symposium on Computer Network Protocols, avenue des Tilleuls 49, B-4000 Liège (Belgio).

20—21 feb. Düsseldorf. **VDI/VDE-Fachgesellschaft Mess- und Regelungstechnik (GMR) Aussprachetag 1978.** Tema: Modelle und Strukturen in Messinformations-systemen. Informazioni: VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Regelungstechnik (GMR), Postfach 11 39, 4000 Düsseldorf 1 (Germania occidentale).

20 feb.-17 mar. Harwell (Inghilterra). **Post-Graduate Course on Radiological Protection.** Organizzazione e informazioni: the Education and Training Centre, A.E.R.E. Harwell, Oxfordshire OX11 OQJ (Inghilterra).

21—23 feb. Le Chesnay (Francia). **Congrès AFCET/IRIA - Reconnaissances des formes et traitement des images.** Organizzazione: AFCET (Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique) e IRIA (Institut de Recherche d'Informatique et d'Automatique). Informazioni: IRIA, Service des Relations Extérieures, domaine de Voluceau, B.P. 105, 78150 Le Chesnay (Francia) (El. 5-1977).

***feb.-mar.** Politecnico di Milano - **Corso di Normazione** - Organizzazione: Programma di Istruzione Permanente del Politecnico. Informazioni: prof. ing. Edoardo Rovida, Sezione di Disegno di Macchine, Politecnico, piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, tel. 235 651 (El. 12-1977).

6—12 mar. Parigi, Palazzo dei Congressi. **XX Festival International du Son.** Informazioni: S.D.S.A., Service de Presse, Jean-Pierre Duclos, 20, rue Hamelin, F 75116 Paris.

7—9 mar. Zurigo. **1978 International Zürich Seminar on Digital Communications** sul tema: **Digital Transmission and Switching in local Networks.** Organizzazione: IEEE Switzerland Chapter on Digital Communication Systems. Informazioni: Secretariat 1978 International Zürich Seminar, c/o Hasler AG, Dept. 60a, Belpstrasse 23, CH-3000 Bern 14 (Svizzera) (El. 4-1977).

7—9 mar. Londra. International Conference **Maritime and Aeronautical Satellite Communication and Navigation.** Organizzazione: the Electronic Division of IEE, the Institute of Electrical and Electronics Engineers Communications Society, ed altri. Informazioni: Institution of Electrical Engineers, Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

10—19 mar. Roma. **25ª Rassegna Internazionale Elettronica, Nucleare ed Aerospaziale.** Organizzazione e informazioni: Rassegna Internazionale Elettronica, Nucleare ed Aerospaziale, via Crescenzio 9, 00193 Roma, tel. 656 93 43/44/45 (El. 9-1977).

13—15 mar. Roma. **25° Congresso Scientifico Internazionale per l'Elettronica sul tema: Prospettive delle Telecomunicazioni: dal componente al sistema.** Organizzazione e informazioni: Rassegna Internazionale Elettronica, Nucleare ed Aerospaziale, via Crescenzio 9, 00193 Roma, tel. 656 93 43/44/45 (El. 9-1977).

***13—16 mar.** Bochum (Germania Federale) - **DAGA-Jahrestagung der Deutschen Arbeitgemeinschaft für Akustik.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, 6000 Frankfurt am Main 70, Stresemannallee 21.

13—17 mar. Birmingham, National Exhibition Centre. **IEA-ELECTREX '78 - 12th Instruments, Electronics and Automation Exhibition.** Informazioni: Industrial and Trade Fairs Ltd., Radcliffe House, Blenheim Court, Solihull, West Midlands B91 2BG (G.B.).

15—16 mar. Roma - **18° Convegno internazionale scientifico sullo spazio.** Tema: **Lo spazio per l'uomo.** Organizzazione e informazioni: Rassegna Internazionale Elettronica, Nucleare ed Aerospaziale, via Crescenzio 9, 00193 Roma, tel. 696 93 43-44-45.

15—17 mar. Monaco di Baviera. Convegno su **Struktur und Betrieb von Rechensystemen.** Organizzazione: Nachrichtentenchnische Gesellschaft im VDE NTG) e Gesellschaft für Informatik (GI). Informazioni: Prof. Dr. Theodor Einsele, Lehrstuhl für Datenverarbeitung, TU München, Postfach 20 24 20, D-8000 München 2 (Germania Federale).

19—20 mar. Milano, Quartiere Fiera. **Fluid Compomac,** 6ª Mostra internazionale delle apparecchiature oleoidrauliche e pneumatiche, della lubrificazione e dei componenti di macchine, meccanici, elettrici ed elettronici. Organizzazione: Assofluid, Etas Kompass. Informazioni: Fluid Compomac, via E. Visconti Venosta 7, 20122 Milano, tel. 02-70 50 25/78 04 85.

***20—22 mar.** Philadelphia - **IECI '78 - Conference and Exhibition on Industrial Application of Microprocessors.** Organizzazione: Industrial Electronic and Control Instrumentation Group of IEEE. Informazioni: H. W. Mergler, Dept. of El. Eng., Case West, Res. University. Cleveland, Ohio 44106 (USA) (A.F. 10-1977).

20—23 mar. Londra. **2nd International Conference on Centralised Control Systems.** Organizzazione: Power and Control and Automation Divisions of IEE ed altri. Informazioni: the Manager, Conference Department, IEE, Savoy Place, London WC2R OBL.

3—8 apr. Parigi, Parco delle Esposizioni. **XXI Salon International des Composants Electroniques.** Informazioni: S.D.S.A., Service de Presse, Jean-Pierre Duclos, 20, rue Hamelin, F 75116 Paris.

4—6 apr. Brighton. **ECOSA 1 - European Conference on Optical Systems and Applications.** Organizzazione: the Institute of Physics, ed altri. Informazioni: the Meetings Officer, the Institute of Physics, 47 Belgrave Square, London SW1X 8QX.

4—7 apr. Birmingham. **National Exhibition Centre - Communications '78 - Communications Equipment and Systems.** Conference and Exhibition. Organizzazione: the Institution of Electrical Engineers. Informazioni: per la Conferenza: the IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL: per la Mostra: Tony Davies Communications, c/o BETA, 109 Kingsway, London WC2B 6PU (El. 12-1977).

5—6 apr. Bad Nauheim (Germania Occidentale). Conferenza sul tema **Anwendungen magnetischer Werkstoffe in der Elektrotechnik.** Organizzazione: Arbeitsgemeinschaft Magnetismus und die Energietechnische Gesellschaft im VDE (ETG). Informazioni: Energietechnische Gesellschaft im VDE (ETG), Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt/Main 70 (Germania Occidentale).

***5—6 apr.** Versailles, Palais des Congrès - **Colloque Industriel** sul tema **Electricité et Progrès. Une réalité dans l'Industrie des Métaux.** Organizzazione e informazioni: Comité Français d'Electrothermie, 79, rue de Miromesnil, 75008 Paris.

***5—7 apr.** Cambridge (Inghilterra) - **Institute of Acoustic Spring Conference and Exhibition.** Informazioni: Prof. J. E. Ffowcs-Williams, Engineering Department, Trumpington Street, Cambridge (Inghilterra).

10—12 apr. Londra. **Private Electronic Switching Systems.** Organizzazione: the Electronics Division of IEE ed altri. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London, WC2R OBL.

10—14 apr. Parigi. **BIOSIGMA '78 - Colloque international sur les signaux et les images en médecine et en biologie. -** Informazioni: Secrétariat Général de BIOSIGMA '78, F.N.I.E., 11, rue Hamelin, 75783 Paris Cédex 16.

10—14 apr. Zagabria. **JUREMA 1978** - 23° Convegno della Associazione Jugoslava di Misure, Controlli ed Automazione dedicato al Centenario della Unione Ingegneri di Croazia. Informazioni: JUREMA Office, Dj. Salaja 5/VIII, PBO 396, 41001 Zagreb (Jugoslavia) (El. 10-1977).

***13—14 apr.** Braunschweig - **Technisches Sachverständigennwesen - Entscheidungshilfe für Rechtsprechung Offentliche Hand und Wirtschaft. VDE-Fachtagung in Zusammenarbeit mit PTB und DVT.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

Calendario

16—20 apr. Padova. **SEP. POLLUTION** - 7ª Mostra Internazionale dei Servizi pubblici, Tecnologie per i Servizi urbani e per la lotta contro gli inquinamenti. Informazioni: Ente Autonomo per le Fiere di Padova, via N. Tommaseo 59, 35100 Padova, tel. 38 620.

17—19 apr. Monaco di Baviera. **NTG-Fachtagung: Neue Entwicklungen in der Nachrichtenübertragung.** Organizzazione e informazioni: Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE (NTG), Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt/Main 70 (Germania Federale).

***29 apr.-1° mag.** Pordenone - **13ª Fiera Nazionale del Radioamatore, dell'Elettronica e Apparecchiature Hi-Fi.** Organizzazione e Informazioni: Ente Autonomo Fiera di Pordenone, viale Treviso 1, 33170 Pordenone, tel. 0434 - 222 33/238 31/202 59.

***apr.-mag.** Politecnico di Milano - Corso di **Metodi didattici applicati alle discipline tecnologico-meccaniche.** Organizzazione: Programma di Istruzione Permanente del Politecnico. Informazioni: prof. ing. Edoardo Rovida, Sezione di Disegno di Macchine, Politecnico, piazza Leonardo da Vinci 32, 20133 Milano, tel. 235 651 (El. 12-1977).

5—14 mag. Rio de Janeiro. **PRECISA '78 - Telecomunicazioni, Elettro-Elettronica, Misurazione, Controllo, Automazione.** Manifestazione nazionale organizzata dalla Impresa FAG - Arquitectura Promocional S.A.. Informazioni: Impresa FAG, avenida Erasmo Braga, 227/305 - Centro, Rio de Janeiro (Brasile).

8—10 mag. S. Francisco. **7th International Conference on Noise Control Engineering INTER-NOISE 1978** sul tema: **Designing for Noise Control.** Organizzazione: the Institute of Noise Control of the United States of America. Informazioni: Inter-Noise 78, P.O. Box 3449, Arlington Branch, Poughkeepsie, NY 12603, USA (El. 10-1977).

***8—10 mag.** Villingen (Germania Federale) - **Verbundwerkstoffe in der Feinwerktechnik. FWT-Fachtagung.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

9—12 mag. Firenze - Palazzo dei Congressi. **1978 INTERMAG.** Organizzazione: the IEEE Magnetics Society, AEI, Società Italiana di Fisica. Informazioni: E. Della Torre, Department of Electrical Engineering, Mc Master University, Hamilton, Ontario, Canada. Per l'Italia: prof. A. Ferro Milone, IENGF, Corso Massimo d'Azeglio 42, 10125 Torino (El. 10-1977).

11—14 mag. Milano - **RI-PLAST 78 - Mostra Convegno Plastici Rinforzati.** Organizzazione: Associazione Nazionale Plastici Rinforzati. Informazioni: Segreteria RI-PLAST 78, via Petitti 16, 20149 Milano, tel. 02 - 324 846.

12—13 mag. Bari. **Convegno di studio su: Protezione dall'infortunio elettrico.** Organizzazione: Istituti di Elettrotecnica delle Facoltà d'Ingegneria di Bari, Napoli e Palermo. Informazioni: ing. Antonio dell'Aquila, Istituto di Elettrotecnica, via Re David 200, 70125 Bari, tel. 365 533, int. 366-252.

16—18 mag. Leningrado. Riunione su **Applicazioni dei metodi statistici per il miglioramento della qualità e del rendimento nell'industria. Organizzazione:** Comitato « Teoria delle Misure » dell'IMEKO. Informazioni: prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, Università, via Gradenigo 6a, 35100 Padova, tel. (049) 657 844 (El. 7-1977).

***16—19 mag.** Freiburg (Germania Federale) - **International Conference on Biological Effects of Noise.** Informazioni: G. Jansen, International Commission on Biological Effects of Noise, P.O. Box 358, Norman, Oklahoma 73069, USA.

17—19 mag. Stoccarda. Simposio su **Prove di durezza nella teoria e nella pratica.** Organizzazione: Comitato « Prove di durezza » della IMEKO. Informazioni: prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, Università, via Gradenigo 6a, 35100 Padova, tel. (049) 657 844 (El. 7-1977).

17—19 mag. Lucerna (Svizzera). **5e Colloque International sur la Prévention des Risques Professionnels dus à l'Electricité** sul tema: **Sécurité pour le Spécialiste Electricien - Sa formation et son perfectionnement.** Organizzazione e informazioni: Association Internationale de la Sécurité Sociale (AISS), 24, Avenue Ernest Pictet, CH-1203 Genève.

22—26 mag. Liegi. **Journées Internationales d'Etude des Centrales Electriques Modernes. -** Organizzazione e informazioni: Association des Ingénieurs sortis de l'Institut Electrotechnique Montefiore (A.I.M.), rue Saint-Gilles 31, Liège (Belgio).

22—26 mag. Danzica (Gdansk). **XIV Internationale Blitzschutzkonferenz.** Informazioni: Biuro Konferencji, Oddzial Wojewodzki Naczelnej Organizacji Technicznej, ul. Rajska 6, 80-850 Gdansk (Polonia).

26 mag.-4 giu. Padova. **56ª Fiera Campionaria Internazionale.** Informazioni: Ente Autonomo per le Fiere di Padova, via N. Tommaseo 59, 35100 Padova, tel. 38 620.

29 mag.-1 giu. Atlanta, Georgia. **Tenth International Quantum Electronics Conference.** Organizzazione: American Institute of Physics, IEEE, Joint Council on Quantum Electronics. Informazioni: Lewis Winner, 301 Almeria Avenue, Coral Gables, El. 33134 (USA).

2—11 giu. Barcellona. **Feria Internacional de Barcelona.** Informazioni: Feria Internacional de Barcelona, av.da Maria Cristina, palacio n. 1 (parque de Montjuic) Barcellona (Spagna).

4—7 giu. Toronto. **ICC '78 - International Conference on Communications.** Organizzazione: Communications Society Conference Board of IEEE. Informazioni: Mr. A. N. Venetsanopoulos, c/o Department of Electrical Engineering, University of Toronto, 35 St.George Street, Toronto, Ontario, Canada (El. 7-1977).

***6—12 giu.** Plovdiv (Bulgaria) - **Mostra specializzata Apparecchiature elettroniche per il calcolo e le misure - Apparecchiature elettroniche per uso comune.** Informazioni: Interexpo, via Benvenuto Cellini 3, 20129 Milano, tel. 702 208 - 700 631.

Calendario

19—30 giu. Firenze. **XLIII Riunione Generale della International Electrotechnical Commission (IEC).** Organizzazione e informazioni: Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), viale Monza 259, 20126 Milano, telefono 25 50 641.

20—23 giu. Parigi. **Colloque international sur la fiabilité et la maintenabilité.** Organizzazione: Société des Electriciens, des Electroniciens et des Radioélectriciens (SEE) e Groupement des Industries Electroniques (GIEL) con il Centre National d'Etudes Spatiales (CNES) e il Centre National d'Etudes des Télécommunications (CNET). Informazioni: Sécrétariat Général, Colloque International sur la Fiabilité et la Maintenabilité, 11, rue Hamelin, 75783 Paris Cédex 16.

***22—23 giu.** Gardone Riviera. **ICPCI '78 - International Conference on the Performance of Computer Installations.** Organizzazione: CILEA (Centro Interuniversitario Lombardo per l'Elaborazione Automatica) ed altri. Informazioni: Conference Segretariat CILEA, via Raffaello Sanzio 4, 20090 Segrate - MI (A.F. 9-1977).

26—29 giu. Ottawa. **10ª Conferenza biennale sulle Misure di precisione.** Informazioni: Dott. A. F. Dunn, Divisione di Fisica, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Ottawa, Canada K1A OR6.

27—29 giu. Helsinki. **Software engineering for telecommunication switching systems.** Organizzazione: Electronics Division of IEE, the Finnish Association of Electrical Engineers, the Institution of Electronic and Radio Engineers. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

11—13 lug. University of Southampton. **Conference on Radio Receivers and Associated Systems** - Organizzazione e informazioni: Institution of Electronic and Radio Engineers, 9 Bedford Square, London WC1B 3RG. (El. 12-1977).

***16—18 ago.** Odense (Danimarca) - **Scandinavia Acoustical Meeting 1978.** Tema: **Life and Sound.** Organizzazione e informazioni: Dansk Akustik Selskab, Lundtoftevej 100, 2800 Lyngby (Danimarca).

21—24 ago. Praga. Convegno sui **Rivelatori di Fotoni.** Organizzazione: Comitato « Rivelatori di Fotoni » dell'IMEKO. Informazioni: prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, Università, via Gradenigo 6a, 35100 Padova, tel. (049) 657 844 (El. 7-1977).

***30 ago.-7 set.** Parigi - **CIGRE Conference Internationale des Grands Réseaux Electriques.** Informazioni: CIGRE, 112 Boulevard Haussmann, 75008 Paris; oppure: Comitato Italiano per la CIGRE, presso CEI, viale Monza 259, 20126 Milano, tel. 25 50 641.

4—6 set. Grenoble. **COMPUMAG** - Conferenza sul calcolo dei campi magnetici. Organizzazione: Laboratoire d'Electrotechnique, Ecole Nationale Supérieure d'Electrotechnique et de Génie Physique de Grenoble. Informazioni: Mr. P. Rafinejad, Laboratoire d'Electrotechnique, B.P. 15, 38040 Grenoble cedex (Francia) (El. 10-1977).

7—9 set. Bad Nauheim (Germania Federale). Convegno sul tema: **Der Einfluss neuer Technologien auf Fernwirksysteme.** Organizzazione e informazioni: VDE, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

11—13 set. Bruxelles. **Conferenza internazionale sulle macchine elettriche.** Organizzazione: Istituti di Macchine elettriche delle Università di Lovanio, di Gand e di Bruxelles. Informazioni: Prof. W. Geysen, Kard. Mercierlaan 94, B-3030 Leuven (Belgio) (El. 6-1977).

11—14 set. Marsiglia. **DFC 78 - Dynamic Flow Conference 1978** sul tema: **Dynamic measurements in unsteady flows.** Informazioni: Dynamic Flow Conference 1978, P.O. Box 121, DK-2740 Skovlunde (Danimarca) (A.F. 10-1977).

11—15 set. Liverpool. **Gas discharges.** Organizzazione: Science, Education and Management Division of IEE, the Institute of Physics, the Institution of Electronic and Radio Engineers. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL. Per l'Italia: prof. Giorgio Baldo, Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, Università, via Gradenigo 6A, 35100 Padova, tel. 049-657844.

***11—15 set.** Montpellier (Francia) - **ESSDERC '78 - European Solid Device Research Conference.** Informazioni: prof. Paolo Antognetti, Istituto di Elettrotecnica dell'Università di Genova, viale Francesco Causa 13, 16145 Genova.

12—15 set. Genova. **4th European Conference on Optical Communication.** Organizzazione e informazioni: Istituto Internazionale delle Comunicazioni, villa Piaggio, via Pertinace 18, 16125 Genova (A.F. 10-1977).

12—15 set. Groningen (Olanda). **« Flomeko '78 »** - Simposio sui metodi di misura delle portate. Organizzazione: Comitato « Misure di Portata » della IMEKO. Informazioni: prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, Università, via Gradenigo 6a, 35100 Padova, tel. (049) 657 844 (El. 7-1977).

13—15 set. Braunschweig. **3ª Conferenza internazionale sull'Analisi delle Tensioni.** Organizzazione: IMEKO. Informazioni: prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettronica, Università, via Gradenigo 6a, 35100 Padova, tel. (049) 657 844 (El. 7-1977).

13—15 set. Wroclaw (Polonia). **4th Wroclaw Symposium and Exhibition on Electromagnetic Compatibility.** Organizzazione: Associazione Polacca degli Ingegneri Elettrotecnici (SEP), Politecnico di Wroclaw e Istituto delle Comunicazioni. Informazioni: EMC Symposium and Exhibition, P.O. Box 2141, 51-654 Wroclaw 12 (Polonia) (El. 7-1977).

***14—16 set.** Poznan (Polonia) - **Symposium of Acoustics.** Informazioni: Polish Acoustical Society, ul. Matejki 48/49, 60 769 Poznan (Polonia).

***18—20 set.** Berlino - NTG-Fachtagung in Zusammenarbeit mit IEEE - **Informations und Systemtheorie in der digitalen Nachrichtentechnik.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

Calendario

18—21 set. Amsterdam. **ESSCIRC 78 - 4th European Solid State Circuits Conference.** Informazioni: ESSCIRC, Delft University of Technology, Department of Electrical Engineering, Mekelweg 4, Delft (Olanda).

18—22 set. Varsavia. **FASE 78** - 2nd Congress of the Federation of Acoustical Societies of Europe. Informazioni: FASE 78 Organizing Committee. IPPT-PAN, ul. Swietokrzyska 21, 00-049 Warszawa (Poland).

***18—22 set.** München - **Experimentelle Spannungsanalyse - 6. Internationale Konferenz GMR gemeinsam mit SESA.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

21—23 set. Bologna. **International Conference on Interactive Techniques in Computer Aided Design.** Organizzazione: ACM Italian Chapter, con il patrocinio dell'Università di Bologna, dell'AEI e di altri Enti scientifici e tecnici. Informazioni: prof. Giorgio Valle, Facoltà d'Ingegneria, Università di Bologna, Istituto di Elettronica, viale Risorgimento 2, 40136 Bologna, tel. 051-58 22 55 (El. 10-1978).

25—29 set. Wembley Conference Centre (Londra). **IBC '78 - 7th International Broadcasting Convention** and **IBC Exhibition.** Organizzazione: IEE, IEEE ed altri. Informazioni: *per il Convegno*: The Secretariat, International Broadcasting Convention, IEE, Savoy Place, London WC2R OBL; *per la Mostra*: The Secretariat International Broadcasting Convention Exhibition, c/o EEA, Leicester House, 8 Leicester Street, London WC2H 7BN.

***settembre** Località da precisare - **Wasserkraft GET/ETG-Fachtagung.** Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

2—5 ott. **Hannover. Congresso del VDE. Informazioni: VDE, Stresemannallee 21, 6 Frankfurt/Main 70 (Germania Federale).**

***3—6 ott.** Alto Tatra (Cecoslovacchia) - **17th Acoustical Conference on Electroacoustics and Measuring Technique.** Organizzazione: Acoustical Commission of the Czechoslovak Academy of Science. Informazioni: Secretariat of the Acoustical Commission of the Czechoslovak Academy of Science, Skultétyho, 881 30 Bratislava (Cecoslovacchia).

***5—6 ott.** Milano - Giornata di studio su **Affidabilità, applicazioni e tecniche di produzione dei circuiti integrati ibridi.** Organizzazione e informazioni: Gruppo di Microelettronica dell'AEI, presso Sezione di Milano dell'AEI, piazzale Morandi 2, Milano (A.F. 12-1977).

10—12 ott. Venezia. **ECI '78 - 2nd Conference of the European Co-operation in Informatics on Information Systems Methodology.** Informazioni: Prof. Dr. Peter Lockemann, Institut für Informatik 11, Universität Karlsruhe, Postfach 6380, D-7500 Karlsruhe 1 (Germania Federale).

***12—13 ott.** Karlsruhe - **VDI-Schwingungstagung '78.** Informazioni: VDI-Gesellschaft Konstruktion und Entwicklung, Fachbereich Schwingungstechnik, Graf-Recke-Strasse 84, D-4000 Düsseldorf (Germania Occ.).

17—19 ott. Londra. **Electrical Installation Practice.** Organizzazione: Power Division of IEE ed altri. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

23—25 ott. Montreal (Canada). **Fourth International Conference on Digital Satellite Communications.** Organizzazione: INTELSAT, Canadian Society for Electrical Engineering, Canadian Region of IEEE. Informazioni: Manager of Administrative Office, ICDSC-4, Teleglobe Canada, 680 Sherbrooke Street West, Montreal, Que., Canada H3A 2S4.

25—27 ott. Washington, Sheraton Park Hotel. **INTELEC - International Telephone Energy Conference.** Organizzazione: IEEE Communication Society. Informazioni: J.S. Jezioranski, Bell Northern Research, P.O. Box 3511, Station C., Ottawa, Canada, K1Y 4H7 (El. 9-1977).

ottobre Praga. **2ª Conferenza Internazionale sulle Misure di Temperatura,** patrocinata dall'IMEKO. Informazioni: prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, Università, via Gradenigo 6a, 35100 Padova, tel. (049) 657 844 (El. 7-1977).

6—7 nov. Düsseldorf. **3. GMR-Fachtagung « Fertigungsmesstechnik ».** Organizzazione e informazioni: VDI/VDE-Gesellschaft Mess- und Regelungstechnik, Postfach 1139, 4000 Düsseldorf 1 (Germania Federale).

7—8 nov. Bad Nauheim (Germania Occidentale). **Fernwirktechnik.** Organizzazione: Nachrichtentechnischen Gesellschaft im VDE (NTG). Informazioni: Dipl. Ing. Georg Glünder, Siemens AG, Wv GE RE, Hofmannstrasse 51, Postfach 70 00 77, 8000 München 70 (Germania Occidentale).

7—10 nov. Kyoto (Giappone). **4th International Joint Conference on Pattern Recognition.** Organizzazione: International Association for Pattern Recognition (IAPR). Informazioni: VDE, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt/Main 70 (Germania Federale).

***8—10 nov.** Londra - **International Conference on the Design, Application and Maintenance of large Industrial Drives.** Organizzazione: the Power Division of IEE, the Copper Development Association, the IEEE U.K. and Republic of Ireland Section, the Institute of Physics and the Institution of Production Engineers. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

9—15 nov. Monaco di Baviera. **Electronica '78** - Fiera Internazionale dei Componenti elettronici. **Informazioni:** Münchener Messe- und Ausstellungsgesellschaft mbH, Messgelände, Postfach 12 10 09, D-8000 München 12 (Germania Federale).

***13—15 nov.** Paris/Gif-sur-Yvette - **AFCET Informatique 78:** L'Informatica in Francia nel 1978. Organizzazione: Division Théorie et Techniques de l'Informatique de l'AFCET. Informazioni:AFCET, 156 Boulevard Péreire, 75017 Paris.

***13—15 nov.** München - **8. Internationaler Kongress Mikroelektronik.** Organizzazione: MMG, NTG, IEEE. Informazioni: VDE-Zentralstelle Tagungen, Stresemannallee 21, 6000 Frankfurt am Main 70 (Germania Federale).

20—22 nov. Londra. International Conference **Developments in distribution switchgear.** Organizzazione: Power Division of IEE, IEEE United Kingdom and Republic of Ireland Section, Institute of Mathematics and its Applications. Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

***20—22 nov.** Milano - **15ª BIAS** - Conferenza internazionale su **Automation and Microcomputer** e **Mostra BIAS '78.** Informazioni: *per la Conferenza*: Automation and Microcomputer 15th BIAS International Conference, FAST, piazzale Morandi 2, 20121 Milano, tel. 02 - 783 051; *per la Mostra*: BIAS '78, Studio Dr. A. Barbieri, viale Premuda 2, 20129 Milano, tel. 02 - 796 096/796 421/796 635.

***28—30 nov.** Londra - International Conference **Antennas and Propagation.** Organizzazione: the Electronics Division of the IEE, the IEEE (Antennas and Propagation Society), the Institute of Mathematics and its Applications ed altri - Informazioni: IEE Conference Department, Savoy Place, London WC2R OBL.

28 nov.-10 dic. Dakar. **3ªFIDAK - 3ª Foire Internationale de Dakar.** Informazioni: Foire Internationale de Dakar, Route de Yoff, B.P. 3329, Dakar (Sénégal).

novembre Roma. Convegno sull'**Aggiornamento delle metodologie di raccolta ed elaborazione dei dati idrometeorologici.** Organizzazione: C.N.R. Informazioni: Segreteria del Convegno sull'Aggiornamento delle metodologie di raccolta ed elaborazione dei dati idrometeorologici, Ministero dei Lavori Pubblici, Servizio Idrografico Centrale, 00100 Roma, tel. (06) 865 062 (El. 7-1977).

4—8 dic. Parigi. **Colloque International sur le Radar.** Organizzazione: Société des Electriciens, des Electroniciens et des Radioélectriciens (SEE) e Groupement des Industries Electroniques (GIEL). Informazioni: Secrétariat Général, Colloque International sur le Radar, 11, rue Hamelin, 75783 Paris Cédex 16, Paris.

1979

23—26 apr. Bahrain (Bahrain). **MECOM '79 - 1st Electronic Communications Show and Conference for Middle East.** Organizzazione: Arabian Exhibition Management. Informazioni: G. Dobson, Arabian Exhibition Management, 11 Manchester Square, London W1M 5AB (A.F. 9-1977).

***14—18 mag.** Liegi - **CIRED 1979 - Congrès International des Réseaux Electriques de Distribution.** Informazioni: Comité d'organisation CIRED 1979, c/o AIM, rue Saint-Gilles 31, B-4000 Liège (Belgio).

maggio Mosca. **Congresso Generale dell'IMEKO** (Confederazione Internazionale delle Misure). **Informazioni:** prof. Giuseppe Zingales, Istituto di Elettrotecnica e di Elettronica, Università, via Gradenigo 6a, 35100 Padova, tel. (049) 657 844.

20—26 set. **Ginevra. TELECOM '79, 3ª Esposizione mondiale delle Telecomunicazioni. Organizzazione: UIT** - Union International des Télécommunications. **Informazioni: Secrétariat général « TELECOM '79 », ORGEXPO, 18 quai Ernest Ansermet, CH-1211 Genève (Suisse).**

L'ELETTROTECNICA

RIVISTA GENERALE DI ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA
ATTI DELLA AEI E DEL CEI

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA
SOTTO GLI AUSPICI DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

PARTE SECONDA

E

PARTE TERZA

DOCUMENTAZIONE

TURBOALTERNATORI CON AVVOLGIMENTI DI ECCITAZIONE SUPERCONDUTTIVI (*)

A. MORINI (**)

Nella nota vengono messe in evidenza le principali caratteristiche di tali macchine e sono presi in esame i problemi fondamentali connessi alla loro realizzazione, alla luce anche dei modelli sperimentali già costruiti. Vengono infine fornite alcune indicazioni e soluzioni proposte per le costruzioni future nonchè le relazioni analitiche fondamentali.

GENERALITÀ

La richiesta di potenze unitarie sempre maggiori, sostanzialmente legata al minor costo specifico della turbina e del generatore, trova dei gravi ostacoli nella realizzazione di turboalternatori convenzionali di potenza superiore a 1 300 ÷ 1 800 MVA sia per le dimensioni e pesi raggiunti da tali unità che per i problemi di natura elettrica e meccanica che ne derivano.

Valori più elevati di potenza unitaria sembrano raggiungibili, senza gli inconvenienti sopracitati, con turboalternatori dotati di avvolgimenti di eccitazione superconduttivi. Tali macchine sono fondamentalmente caratterizzate da:

— resistenza ohmica quasi trascurabile nel circuito di eccitazione, essendo esso costituito da matasse di materiale superconduttivo mantenuto alla temperatura di 4,2 K mediante elio liquido;

— elevati valori della densità di corrente d'induttore che permettono di raggiungere induzioni rotoriche massime anche di 4 ÷ 6 Wb/m^2;

— assenza di materiale ferromagnetico nei circuiti di induttore e di indotto.

L'assenza del ferro nei circuti di induttore e di indotto comporta vantaggi, dei quali si ricorda principalmente:

— una più elevata potenza per unità di volume in seguito al maggior valore dell'induzione ammissibile nello statore e all'aumento del numero di conduttori di armatura in relazione al maggior spazio a disposizione, anche per effetto di minori problemi di isolamento. E' quindi possibile ottenere, a parità di volume, una potenza nettamente superiore a quella di una macchina convenzionale, oppure, a parità di potenza, una macchina molto più piccola e più leggera;

— una maggiore tensione ai morsetti, conseguente ad una geometria semplificata dell'isolamento in seguito all'assenza del ferro.

Tra gli altri vantaggi ottenibili con un alternatore con avvolgimenti di eccitazione superconduttivi si ricordano ancora:

— un più elevato rendimento: con riferimento ad una macchina a 2 poli da 1 200 MVA, si ritiene di poter raggiungere, anche tenendo conto della potenza meccanica richiesta per la refrigerazione del rotore, un rendimento del 0,5 ÷ 0,6% superiore a quello che si avrebbe con un generatore convenzionale;

— una migliore stabilità, statica e generalmente anche transitoria; con riferimento al turboalternatore da 1 200 MVA, la reattanza sincrona per unità è circa 1/3 ÷ 1/4 di quella di una macchina convenzionale;

— più elevate velocità critiche nonchè più basse sollecitazioni meccaniche in conseguenza di una minore lunghezza assiale; la lunghezza attiva di un turboalternatore da 1 200 MVA è meno della metà della lunghezza di una macchina convenzionale;

— minore complessità e costo delle opere di fondazione in conseguenza del minore peso ed ingombro del generatore; il peso e il volume di una macchina da 1 200 MVA sono dell'ordine del 25 ÷ 50%, a seconda anche dei valori scelti per le reattanze, di quelli relativi ad un alternatore convenzionale.

D'altra parte la mancanza di ferro nei circuiti di induttore e di indotto provoca una distribuzione del campo magnetico all'interno della macchina del tutto diversa da quella che si ha in una macchina convenzionale, per la presenza di componenti radiali e tangenziali dell'induzione, entrambe variabili lungo il raggio. [23, 26, 67, 81]. Tenendo conto anche dell'elevato valore di tale induzione, l'avvolgimento di statore deve pertanto essere costituito da conduttori di piccola sezione e opportunamente trasposti tra di loro in modo da avere valori accettabili per le perdite per correnti parassite ed un valore pressochè uniforme della f.e.m. indotta per unità di lun-

(*) Sull'argomento l'autore ha tenuto una comunicazione alla Sezione Veneta dell'AEI.

(**) AUGUSTO MORINI (Socio AEI) - Istituto di Elettrotecnica ed Elettronica dell'Università di Padova.

ghezza in ogni conduttore costituente la sezione trasversale dell'avvolgimento. Inoltre è necessario fare in modo che i campi magnetici prodotti siano contenuti entro la macchina per impedire che essi vengano ad interessare il mezzo circostante con produzione, ad esempio, di correnti parassite nelle parti metalliche. A tale scopo, esternamente all'avvolgimento di statore, viene disposto uno schermo di ferro laminato o di materiale ad alta conducibilità elettrica. In quest'ultimo caso sono le correnti indotte nello schermo che delimitano il campo e lo scopo può essere ottenuto con la stessa carcassa della macchina.

D'altro canto la necessità di mantenere l'avvolgimento di eccitazione allo stato superconduttivo comporta la presenza di un impianto di refrigerazione e di un sistema schermante rotorico avente principalmente lo scopo di smorzare le oscillazioni pendolari della macchina nonchè di schermare la regione a bassa temperatura dal flusso termico di radiazione e dai campi magnetici asincroni, dovuti a correnti statoriche squilibrate o di guasto.

Da quanto precede risulta quindi evidente che una efficace utilizzazione dei superconduttori in un turboalternatore non si ottiene semplicemente sostituendo, in una macchina convenzionale, l'avvolgimento di eccitazione ma richiede una diversa impostazione dell'intero progetto dell'alternatore al fine di ottenere da un lato la migliore utilizzazione degli elevati campi magnetici disponibili e dall'altro la più razionale condizione di lavoro dell'avvolgimento superconduttivo, sia per impedire che esso possa ritornare allo stato normale, sia per cercare di minimizzare la potenza di refrigerazione.

Sulla base delle considerazioni di cui sopra e di prove sperimentali che hanno dimostrato la possibilità di convogliare e di contenere l'elio liquido entro un rotore ad alta velocità [18, 22, 106, 132, 150], la struttura di un turboalternatore superconduttivo è costituita dai seguenti elementi fondamentali:

— un corpo rotorico interno, raffreddato a temperature prossime a quelle dell'elio liquido, che porta un avvolgimento di eccitazione superconduttivo;

— un sistema schermante rotorico, composto generalmente da uno o più corpi cilindrici conduttori a temperatura ambiente e/o a temperatura criogenica, posti attorno all'avvolgimento di eccitazione;

— una struttura monolitica d'indotto a temperatura ambiente, costituita dall'avvolgimento statorico in rame, raffreddato generalmente ad acqua, dall'isolamento elettrico e da un adeguato supporto dell'avvolgimento stesso, in materiale non conduttore;

— uno schermo cilindrico statorico, posto esternamente all'avvolgimento d'indotto, costruito in lamierini magnetici oppure in rame o alluminio.

Nella figura 1 è riportata la sezione longitudinale dell'alternatore sperimentale da 3 MVA con avvolgimento di eccitazione superconduttivo realizzato presso il Massachusetts Institute of Technology (USA) [26, 36].

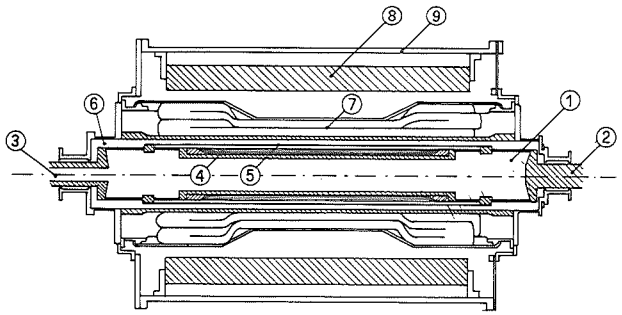


Fig. 1. — Sezione longitudinale dell'alternatore da 3 MVA realizzato presso il MIT. 1) albero cavo in acciaio inossidabile nel cui interno è mantenuto il vuoto. 2) estremità dell'albero accoppiata alla turbina. 3) estremità dell'albero collegata con i dispositivi per l'elio e il vuoto. 4) avvolgimento superconduttivo immerso in elio liquido e ricoperto esternamente lungo tutta la sua lunghezza da un sottile tubo di acciaio inossidabile. 5) cilindro conduttore in rame solidale col rotore e mantenuto alla temperatura di 20 °K, avente la funzione di schermo termico ed elettromagnetico per l'avvolgimento superconduttore. 6) zona in cui è mantenuto il vuoto. 7) avvolgimento d'indotto trifase, a temperatura ambiente - 8) schermo magnetico laminato. 9) carcassa in alluminio.

Con riferimento agli studi e ricerche sviluppate negli ultimi anni (1) e alle indicazioni fornite da macchine sperimentali già realizzate, nella presente nota vengono brevemente presi in esame i principali problemi che presenta la realizzazione di tali alternatori, alcune indicazioni e soluzioni proposte per le costruzioni future nonchè le relazioni analitiche fondamentali. La bibliografia allegata vuole infine essere un ausilio a chi intendesse approfondire ulteriormente i singoli argomenti.

2. - Statore.

2.1. - *Avvolgimento di indotto.*

Le principali differenze costruttive fra lo statore di un alternatore con avvolgimento di eccitazione superconduttivo ed una macchina convenzionale derivano direttamente dall'elevato valore della f.m.m. messa in gioco dall'avvolgimento superconduttivo e dalla conseguente assenza di ferro nel circuito di indotto propriamente detto.

L'alto valore dell'induzione magnetica nella regione statorica dà luogo ad una più elevata tensione indotta per unità di lunghezza nel conduttore.

L'assenza del ferro, aumentando lo spazio a disposizione dei conduttori d'armatura, permette di incrementare la sezione attiva dell'avvolgimento e di concentrare il più possibile i conduttori intorno al

(1) In proposito si ritiene opportuno ricordare che anche in Italia l'argomento è oggetto di largo interesse; in particolare ad esso si dedica un gruppo di lavoro, sorto per iniziativa della Soc. Ansaldo e del Gruppo Macchine Elettriche del CNR.

raggio interno dell'armatura dove l'induzione è più elevata.

Poichè inoltre i conduttori non sono più posti in cave al potenziale di terra, l'avvolgimento può essere costruito in modo che conduttori geometricamente vicini presentino tensioni non molto diverse e quindi che l'isolamento tra barre contigue, ad eccezione delle testate, sia normalmente dell'ordine di alcune volte la tensione di spira [26, 60].

Il risparmio di spazio che ne consegue può essere utilizzato per aumentare ulteriormente il numero di conduttori d'armatura.

L'assenza del ferro comporta però la risoluzione di alcuni delicati problemi.

In uno statore convenzionale la maggior parte del flusso è convogliata nel circuito magnetico e le sollecitazioni elettrodinamiche sono principalmente esercitate sui denti, in quanto anche gli sforzi elettrodinamici esercitati sui conduttori sono trasferiti al ferro attraverso l'isolante. Nello statore di un alternatore superconduttivo le sollecitazioni elettrodinamiche, rese più gravose dall'elevato valore della induzione, sono invece direttamente esercitate sui conduttori stessi, per cui si deve progettare una struttura monolitica d'indotto, comprendente l'avvolgimento, il suo isolamento ed eventuali altri materiali non conduttori ad alta resistenza meccanica in grado di sopportare tali carichi, sia durante il funzionamento normale che in caso di guasto [66]. Inoltre, per ridurre le perdite per correnti parassite e correnti di circolazione dovuti ai campi magnetici radiali e tangenziali di valore elevato e variabili lungo il raggio, l'avvolgimento è costituito da barre formate da più gruppi di conduttori elementari in rame, a sezione circolare o quadrata, di piccole dimensioni (diametro $= 0{,}8 \div 1$ mm) e presenta una accurata trasposizione sia dei vari gruppi di conduttori elementari sia all'interno di ciascun gruppo.

Infine il maggior spazio a disposizione dei conduttori e la concentrazione delle barre intorno al raggio interno dell'armatura rende più complessa la geometria delle testate dove alcune o tutte le barre devono cambiare raggio rispetto a quello che esse presentano in corrispondenza del lato attivo dell'avvolgimento, come si può vedere anche da fig. 1 [26, 60, 89].

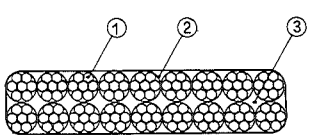


Fig. 2. — Sezione di una barra di statore della macchina di fig. 1. 1) conduttore elementare. 2) gruppo di conduttori elementari, isolato rispetto a quello vicino con nastro a base di resine termoindurenti. 3) condotto per l'olio di raffreddamento.

Nelle figure 2 e 3 sono riportate rispettivamente la sezione di una barra statorica e un particolare della sezione dell'armatura dell'alternatore di fig. 1.

Ogni barra è composta da 18 gruppi di conduttori, ciascun formato da sette fili di Cu (diametro $=$ $= 0{,}9$ mm), rivestiti da un sottile strato di vernice isolante, trasposti tra loro (passo di trasposizione $= 25$ mm) e cortocircuitati in corrispondenza alle connessioni frontali.

Anche i diciotto gruppi, considerati come singoli conduttori, vengono trasposti (passo di trasposizione $= 915$ mm).

L'intero avvolgimento è costituito da 228 barre distribuite in due strati uguali.

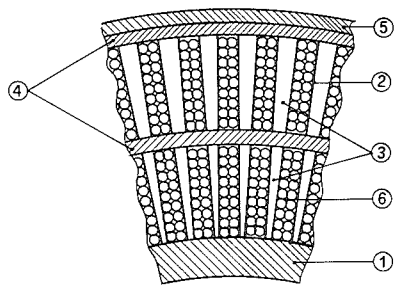


Fig. 3. — Particolare della sezione dell'avvolgimento d'indotto della macchina di fig. 1. 1) cilindro interno in resina fenolica. 2) isolamento in nastro a base di resine termindurenti disposto intorno a ciascuna barra. 3) distanziatori in resina fenolica disposti tra le barre ed incollati alle barre stesse. 4) rivestimento in fibra di vetro e resina epossidica avvolto attorno a ciascun strato di barre. 5) strato esterno in fibra di vetro e resina epossidica. 6) canale dell'olio di raffreddamento.

Ciascun gruppo di conduttori e ciascuna barra sono avvolti con nastri di fibra di vetro e resina termoindurente. Tra le barre vengono interposti dei distanziatori in resina fenolica, incollati alle barre stesse. Attorno a ciascun strato di barre è disposto un rivestimento in fibra di vetro e resina epossidica. Internamente ed esternamente l'avvolgimento è racchiuso rispettivamente da un tubo cilindrico in resina fenolica e da uno strato ancora in fibra di vetro e resina epossidica avvolto ad elica con angolo di 45° rispetto all'asse della macchina. In questo modo ogni elemento assolve a più di una funzione: ad esempio le barre servono come conduttori e come struttura così come i distanziatori e i vari rivestimenti sono ad un tempo materiale isolante e materiale strutturale. Ad ogni modo il principale supporto meccanico per l'avvolgimento di armatura è rappresentato dallo strato esterno in fibra di vetro che deve provvedere a sopportare in gran parte la coppia di reazione e le forze radiali.

Una tale struttura monolitica dell'indotto assicura che il moto relativo tra i vari elementi statorici sia limitato alle sole deformazioni elastiche.

Le prove eseguite sulla macchina considerata hanno mostrato che gli sforzi esercitati sul sistema d'indotto sono modesti e sopportabili dalla macchina anche in condizioni di guasti gravosi [26].

Le caratteristiche dei materiali sembrano inoltre in grado di sopportare le sollecitazioni di guasto anche nel caso di macchine di grande potenza. Il più serio inconveniente di una tale tecnica costruttiva

è rappresentato dalla sostanziale mancanza di esperienza in proposito.

L'alternatore da 3 MVA ha dimostrato la possibilità di realizzare questi tipi di struttura, ma non esiste tuttora alcuna informazione sperimentale circa il loro comportamento nel tempo. Inoltre devono ancora essere messe a punto delle tecniche che permettono di riparare, anche in tali strutture, l'avvolgimento in caso di guasto.

A causa delle piccole dimensioni trasversali dei conduttori, il raffreddamento individuale del conduttore è impraticabile in un avvolgimento in aria. La macchina di fig. 1 è raffreddata dal passaggio di olio negli spazi assiali esistenti tra i gruppi di conduttori che costituiscono ciascuna barra. Tale sistema assicura una grande superficie di trasferimento del calore ma i condotti del fluido hanno un diametro idraulico estremamente piccolo per cui è facile una loro ostruzione. Per tali ragioni, i progetti futuri prevedono appositi canali di passaggio del liquido di raffreddamento che dovrebbe essere, nel caso di grandi macchine, acqua.

L'alternatore da 3 MVA ha una densità di corrente statorica, supposta uniforme nella sezione della barra, di 2,5 A/mm^2, valore che si è rivelato, durante le prove, molto prudente per cui si ritiene che nelle costruzioni future si possano adottare densità di corrente comparabili anche per macchine di 1 200 ÷ 2 000 MVA [72].

2.2. - *Schermo statorico.*

A parte l'avvolgimento d'armatura, l'altro elemento statorico fondamentale è costituito dallo schermo esterno che deve contenere i campi magnetici all'interno della macchina. La scelta tra la soluzione rappresentata da un corpo cilindrico in lamierini magnetici oppure da un cilindro, molto più sottile, in rame o alluminio, dipende da diversi fattori. Con riferimento al progetto di un turboalternatore a 2 poli da 1 200 MVA, le curve della figura 4 danno, per i due tipi di schermo considerati e anche per il caso di macchina priva di qualsiasi schermo, i valori dell'induzione radiale prodotta dall'avvolgimento superconduttivo lungo l'asse polare in funzione del raggio.

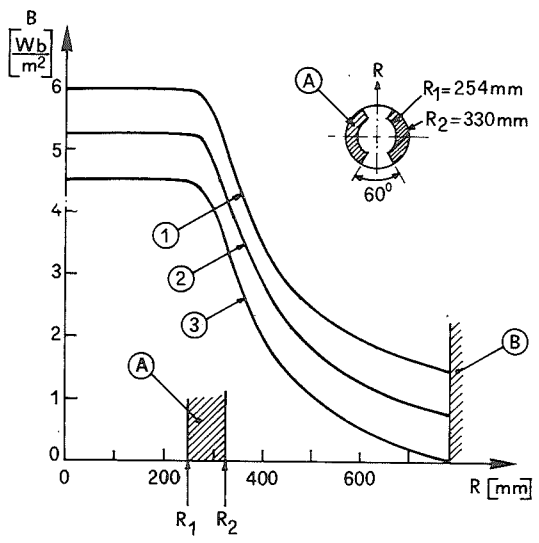


Fig. 4. — Induzione radiale a vuoto B in funzione del raggio R per un turboalternatore a 2 poli da 1 200 MVA; curva 1: schermo esterno ferromagnetico, curva 2: nessun schermo esterno, curva 3: schermo esterno ad alta conducibilità elettrica; A: regione dell'avvolgimento superconduttivo ($R_1 \leqslant R \leqslant R_2$) avente una densità di corrente J_f = 100 A/mm^2; B: regione di schermo esterno.

La soluzione pertanto con schermo in materiale ad alta conducibilità elettrica, a parità di dimensioni principali della macchina e di amperespire d'induttore, comporta una notevole riduzione della potenza d'uscita dell'alternatore.

Le curve della figura 5 mostrano che la densità di flusso nello statore è minore anche nel caso teorico di schermo conduttore posto a distanza infinita e di induzione nel rotore di uguale valore a quella che si ha con lo schermo magnetico.

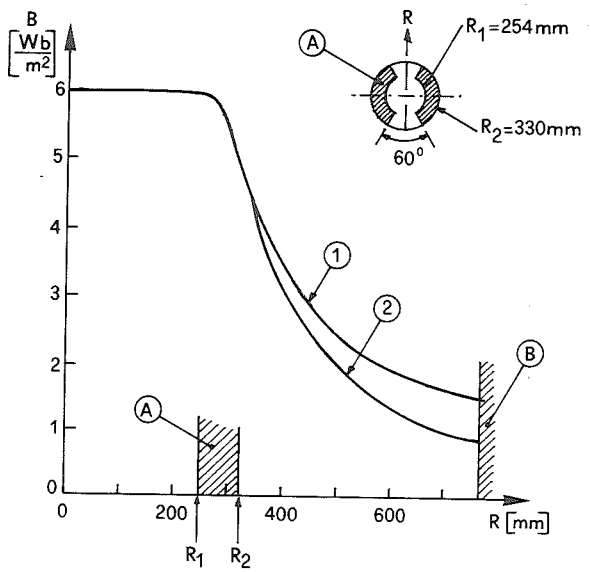


Fig. 5. — Induzione radiale a vuoto B in funzione del raggio R per un turboalternatore a 2 poli da 1 200 MVA; curva 1: schermo esterno ferromagnetico; densità di corrente di induttore J_f = 100 A/mm^2, curva 2: schermo esterno ad alta conducibilità elettrica, posto ad un raggio $R = \infty$; densità di corrente di induttore J_f = 114 A/mm^2; A: regione dell'avvolgimento superconduttivo ($R_1 \leqslant r \leqslant R_2$); B: regione dello schermo ferromagnetico.

La tabella I riporta invece, per alternatori della stessa potenza e per valori simili della reattanza transitoria e subtransitoria, le differenti dimensioni e caratteristiche elettriche che presentano le macchine, in seguito all'adozione dei due tipi di schermo e per due diverse posizioni dello schermo ad alta conducibilità.

Nel caso 1), che fa riferimento ad uno schermo magnetico, il volume del ferro rappresenta circa il 70% del volume totale della macchina, ma l'alternatore presenta una lunghezza attiva minore, con conseguenti velocità critiche più elevate e minori problemi di vibrazioni.

TABELLA I - *Alcune dimensioni e caratteristiche di alternatori superconduttivi da 1 200 MVA con schermo statorico magnetico o conduttivo.*

Caratteristica	caso 1)	caso 2)	caso 3)
Tipo di schermo	Magnetico	Conduttivo	Conduttivo
Raggio interno dello schermo (cm)	79	155	307
Densità della corrente di campo (A/mm^2)	100	118	114
Volume del superconduttore (cm^3)	$400 \cdot 10^3$	$566 \cdot 10^3$	$510 \cdot 10^3$
Volume della struttura rotorica (cm^3)	$2\,040 \cdot 10^3$	$3\,285 \cdot 10^3$	$2\,970 \cdot 10^3$
Volume dello schermo magnetico (cm^3)	$1\,460 \cdot 10^4$	—	—
Volume dello schermo conduttivo (cm^3)	—	$736 \cdot 10^3$	$1\,331 \cdot 10^3$
Volume dei conduttori statorici (cm^3)	$3\,568 \cdot 10^3$	$5\,750 \cdot 10^3$	$5\,210 \cdot 10^3$
Perdite nello schermo (MW)	0,75	5,0	0,53
Perdite percentuali	0,068	0,47	0,043
Lunghezza attiva della macchina (cm)	368	594	539

Nel caso 2), che fa riferimento ad uno schermo ad alta conducibilità localizzato ad un raggio di 1 550 mm, le perdite nello schermo sono estremamente alte, mentre per il caso 3), dove lo schermo conduttore è localizzato ad un raggio di 3 073 mm, tali perdite sono riportate ad un valore accettabile ma la lunghezza attiva della macchina supera del 50% quella del caso 1).

L'uso di uno schermo statorico magnetico permette inoltre di utilizzare lo schermo stesso come supporto dell'avvolgimento d'armatura mentre uno schermo in materiale conduttore, essendo generalmente posto ad una certa distanza dall'avvolgimento di statore, richiede un supporto non conduttore aggiuntivo.

Sebbene entrambe le soluzioni presentino pregi e difetti, si va tuttavia delineando, nei progetti in corso, una tendenza a favore dello schermo magnetico.

3. ROTORE.

3.1 *Avvolgimento di eccitazione e dispositivi meccanici di ancoraggio.*

Il progetto dell'avvolgimento di eccitazione superconduttivo ha ben poco in comune con quello relativo ad una macchina convenzionale. Esso inoltre risulta molto più complicato anche rispetto al progetto di un elettromagnete superconduttivo statico in quanto oltre ai requisiti richiesti in questo ultimo caso, quali una resistenza meccanica atta a sopportare gli sforzi elettromagnetici agenti sui conduttori, bassi valori della dispersione di calore in corrispondenza dei supporti e dei conduttori adduttori di corrente ed una adeguata refrigerazione al fine di assicurare al materiale stabilmente la condizione superconduttiva, deve ora soddisfare ad una serie di nuovi problemi introdotti dalla rotazione. L'avvolgimento deve essere in grado di sopportare le forze centrifughe ed i supporti a bassa dispersione di calore devono presentare una rigidità sufficiente a superare ogni problema relativo a velocità critiche. Anche il transferimento del fluido refrigerante all'avvolgimento e dall'avvolgimento risulta più complicato, come pure il problema del mantenimento del vuoto. Altre complicazioni sono conseguenti alla reazione d'indotto: le correnti di armatura inducono, sia a regime sia in condizioni di guasto, delle correnti nell'avvolgimento di eccitazione e nel suo supporto meccanico causando ulteriori sollecitazioni meccaniche nonchè carichi termici addizionali per l'impianto di refrigerazione; inoltre tali correnti indotte possono venire ad alterare pure le condizioni di stabilità dell'avvolgimento superconduttivo.

La scelta del materiale superconduttore è notevolmente influenzata da considerazioni relative alla facilità di fabbricazione ed economiche. La necessità di avere elevati valori del campo magnetico porta necessariamente a prendere in considerazione solo superconduttori del II tipo [101, 103, 122]. Tra questi, di particolare interesse, ai fini di una utilizzazione industriale, sono attualmente la lega niobio-titanio (Nb-Ti) ed il composto niobio-stagno (Nb_3-Sn). Per una data bobina il Nb_3-Sn presenta i seguenti vantaggi rispetto al Nb-Ti:

— una più elevata temperatura critica, e quindi di lavoro, il che si traduce in un risparmio nella progettazione del sistema criogenico di refrigerazione;

— una densità di corrente più elevata, per una data temperatura inferiore alla temperatura critica, il che permette di ottenere determinati valori dell'induzione con un minore spessore dell'avvolgimento, oppure, a parità di spessore di questo ultimo, un valore più elevato dell'induzione.

Un grave inconveniente del Nb_3Sn è rappresentato dalla sua fragilità. Rispetto al Nb_3Sn, il Nb-Ti ha il vantaggio di una maggiore facilità di fabbricazione e di una minore difficoltà di lavorazione. Nel mercato, il Nb-Ti è disponibile sotto forma di sottili filamenti superconduttivi immersi in una matrice di rame: il filo risultante può essere lavorato come il rame. Pur essendo la tecnologia dei materiali superconduttivi tuttora in evoluzione, allo stato attuale il filo di Nb-Ti in matrice di rame costituisce il superconduttore generalmente usato per gli avvolgimenti di eccitazione degli alternatori.

La diversità e l'intensità delle sollecitazioni che i conduttori dell'avvolgimento superconduttivo de-

vono sostenere, richiedono un supporto opportuno per le spire di eccitazione. Tra le varie soluzioni possibili, buoni risultati pratici sono stati ottenuti mediante incapsulamento dei conduttori in resine termoindurenti [106] oppure mediante una struttura rigida ottenuta alternando ad ogni strato dell'avvolgimento superconduttivo uno strato di nastratura in fibra di vetro e resina epossidica poste ad una certa distanza l'una dall'altra [24, 36, 78]. Nel primo caso il filo superconduttore viene rivestito con isolamento termoplastico e avvolto in una apposita sagoma. Una volta completato, l'avvolgimento viene riscaldato assieme alla sagoma ad una temperatura sufficiente per ammorbidire il materiale termoplastico e poi fatto raffreddare; la bobina, rimossa dalla sagoma, costituisce un unico blocco rigido. Nel secondo caso l'avvolgimento è caratterizzato dall'alternarsi degli strati di superconduttore disposti longitudinalmente con le nastrature in fibre di vetro e resina epossidica, disposte secondo circonferenze come indicato nella figura 6 [36] che fa riferimento al rotore della macchina di figura 1.

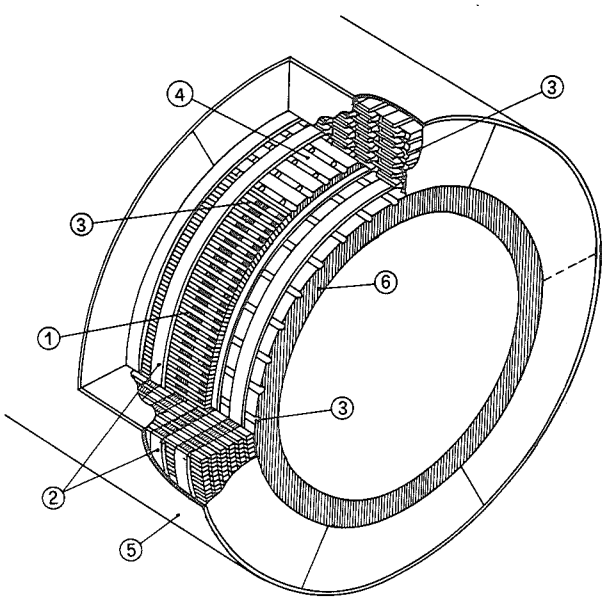


Fig. 6. — Rotore della macchina di figura 1 [36]. 1) materiale superconduttore. 2) nastro in fibra di vetro e resina epossidica. 3) canali dell'elio liquido. 4) zona dei poli, costituita da micanite disposta a strati della stessa altezza dello strato di materiale superconduttore. 5) tubo di rivestimento esterno in acciaio inox. 6) albero della macchina in tubo di acciaio inox, nel cui interno sono disposte le condutture di adduzione dell'elio liquido.

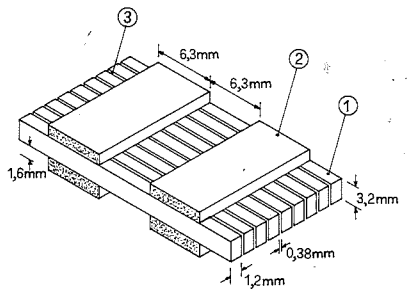


Fig. 7. — Particolare dell'avvolgimento di eccitazione della macchina di fig. 1 [36]. 1) materiale superconduttore, formato da 24 fili elementari trasposti di Nb-Ti (Φ = 0,25 mm) immersi in una matrice di Cu (rapporto rame/superconduttore: 2,6/1). 2) nastro in fibra di vetro e resina epossidica. 3) spazio tra due superconduttori vicini, riempito in corrispondenza delle aree coperte dal nastro 2) da materiale isolante e per il resto occupato dall'elio liquido che costituisce quindi dei canali radiali.

Con riferimento alla stessa macchina, nel particolare di figura 7 sono riportate alcune dimensioni principali relative all'avvolgimento di eccitazione.

La struttura portante dell'avvolgimento di eccitazione che costituisce pure l'albero della macchina deve possedere una resistenza atta a sopportare le coppie elettromagnetiche e d'inerzia in esso agenti nonchè i carichi centrifughi. E' inoltre richiesta una soddisfacente rigidità torsionale e flessionale in modo da assicurare un buon funzionamento sotto la prima velocità critica.

Tali considerazioni portano a scegliere un materiale con elevato modulo di elasticità ed elevato carico di snervamento ed un diametro della struttura il più grande possibile compatibilmente con la necessità di limitare gli sforzi centrifughi per ridurre i quali si deve scegliere un materiale a basso peso specifico.

Tenendo conto che gli sforzi complessivi a cui è sottoposta tale struttura in condizione di guasto possono arrivare a valori dell'ordine di 50 kg/mm^2, si richiedono materiali che abbiano carichi di snervamento attorno a 60 $\div$ 70 kg/mm^2.

D'altra parte nella scelta del materiale si deve pure tener presente che per effetto dei campi magnetici asincroni dovuti alle correnti di statore tale struttura può essere oggetto di una dissipazione di potenza non sempre trascurabile, con conseguente riscaldamento e quindi carico di calore per il sistema di refrigerazione; per minimizzare tale riscaldamento si scelgono materiali non magnetici, a bassa conducibilità elettrica, usati in sezioni sottili.

In macchine sperimentali già realizzate sono stati usati alberi in acciaio inossidabile austenitico [36] o Inconel [106]. Tali leghe assicurano elevate resistenza e rigidità meccaniche ma, a causa del loro alto peso specifico, una parte non piccola della resistenza disponibile per sopportare il carico utile viene assorbita, per diametri superiori al metro e per velocità di rotazione di 3 000 $\div$ 3 600 giri/min, dagli sforzi centrifughi. Inoltre la conducibilità elettrica di questi materiali alla temperatura criogenica è sufficiente a dar luogo ad una dissipazione di potenza per correnti parassite potenzialmente non trascurabile in caso di guasto [68]. D'altro canto la utilizzazione di tali materiali alle temperature criogeniche è stata sperimentata con successo in più occasioni come pure la tecnologia di fabbricazione e di saldatura. In alcuni progetti allo studio è inoltre previsto l'impiego di leghe a base di titanio. Poichè la scelta di una struttura metallica come supporto per l'avvolgimento di eccitazione superconduttivo comporta sempre una potenza in essa dissipata alle basse temperature, una soluzione alternativa vantaggiosa può essere rappresentata da

un supporto costruito in materiali plastici, quali poliesteri e materiali epossidici rinforzati da fibre di vetro, che hanno una elevata resistenza alle basse temperature [120, 123, 136]. Essi inoltre presentano un basso peso specifico, il che dovrebbe permettere di operare con diametri più elevati, conseguendo una struttura rigida malgrado un modulo di elasticità relativamente modesto.

Per le loro caratteristiche tali materiali possono essere pure convenientemente usati per la costruzione dei collegamenti meccanici, chiamati distanziatori termici, tra regioni a temperatura criogenica e quelle a temperatura ambiente.

Come nel caso della struttura dell'armatura, anche ora i maggiori problemi di una struttura rotorica in resine rinforzate con fibre di vetro riguardano la resistenza alla fatica nell'ampio campo delle sollecitazioni cicliche, termiche e meccaniche, che si hanno durante il funzionamento, e la resistenza e durata delle giunzioni tra la struttura metallica e quella in materiale termoindurente.

Tuttavia i vantaggi di una costruzione rotorica in materiali termoindurenti rinforzati appaiono così numerosi e considerevoli da consigliare un ulteriore approfondimento delle ricerche in tale campo ed eventualmente anche la costruzione di un prototipo al fine di avere dati sperimentali in proposito.

3.2 *Sistema schermante rotorico*

Il sistema schermante rotorico di un alternatore con avvolgimento di eccitazione superconduttivo deve assolvere principalmente alle seguenti funzioni:

- schermare efficacemente, nel funzionamento a regime o in cortocircuito della macchina, l'avvolgimento di eccitazione dai campi magnetici asincroni rispetto al rotore, per evitare che il superconduttore possa passare allo stato normale;
- assicurare un adeguato smorzamento delle oscillazioni pendolari;
- presentare una struttura atta a sopportare le sollecitazioni elettromeccaniche anche in caso di cortocircuito;
- ridurre al minimo, mediante opportune scelte di progetto degli elementi che lo compongono, delle loro dimensioni e della temperatura di lavoro, la potenza di refrigerazione richiesta a regime dal rotore;
- avere una capacità termica sufficiente per evitare eccessivi aumenti di temperatura in caso di cortocircuito;
- permettere una certa regolazione della tensione attraverso una variazione dell'eccitazione.

Tali sistemi di schermatura possono essere realizzati mediante:

- « schermi a bassa temperatura », disposti in prossimità dell'avvolgimento superconduttore ed aventi una temperatura compresa tra qualche K e alcune decine di K;
- « schermi a temperatura ambiente », disposti nella zona periferica del rotore;
- schermi che risultino una combinazione dei due sistemi precedenti.

Per soddisfare in pratica le condizioni sopra indicate con un sistema schermante costituito da un unico cilindro conduttore, a bassa temperatura o a temperatura ambiente, è necessario conciliare alcune esigenze tra loro contrastanti. Uno schermo che assicuri una efficace attenuazione dei campi magnetici asincroni al suo interno e bassi valori della potenza in esso dissipata, deve essere costruito con un materiale ad alta conducibilità elettrica. D'altro canto per ottenere un efficace smorzamento delle oscillazioni pendolari è necessario avere un materiale a bassa conducibilità oppure un piccolo spessore dello schermo [25]. In quest'ultimo caso, a parte l'aumento della potenza dissipata nello schermo, nasce il pericolo che tale spessore non sia sufficiente a sopportare gli sforzi elettromeccanici a cui lo schermo è soggetto in caso di guasto. Inoltre, richiedendo tali sforzi adeguati supporti alle estremità dello schermo, attraverso di essi si ha, nel caso di schermo « a bassa temperatura », un considerevole flusso di calore per conduzione proveniente dall'ambiente esterno, con conseguente aumento del carico dell'impianto di refrigerazione. Pertanto l'impiego di un sistema schermante costituito da un unico cilindro conduttore porta a dei compromessi nella scelta del materiale, dello spesso-

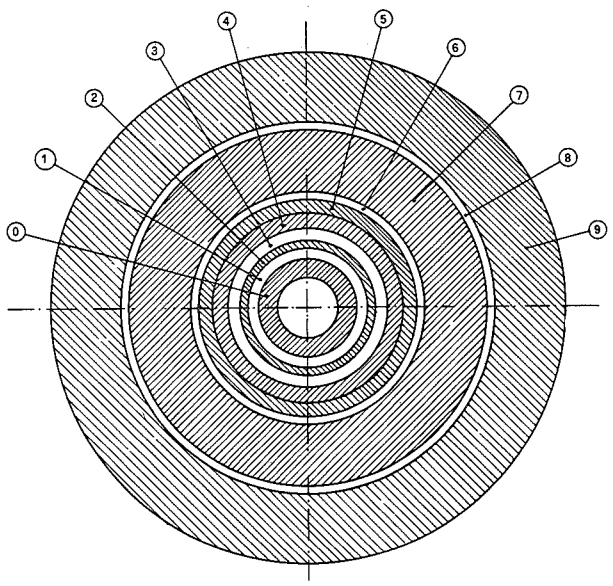


Fig. 8. — Schema di massima della sezione trasversale di un turboalternatore superconduttivo dotato di doppio schermo rotorico. 0) corpo rotorico interno, comprendente anche l'avvolgimento superconduttivo. 2) schermo rotorico interno a bassa temperatura. 1), 3) regione in cui è mantenuto il vuoto. 4) supporto meccanico dello schermo 5). 5) schermo rotorico esterno a temperatura ambiente. 6) interspazio tra rotore e statore. 7) statore a temperatura ambiente. 8) regione tra statore e schermo magnetico esterno. 9) schermo magnetico esterno fisso.

re e della temperatura di lavoro dello schermo in modo da ottenere contemporaneamente valori accettabili sia per lo smorzamento delle oscillazioni pendolari della macchina sia per l'attenuazione dei campi magnetici asincroni all'interno dello schermo.

Un sistema schermante costituito da un unico cilindro in rame, alla temperatura di 20 ÷ 40 K, è stato realizzato nella macchina di figura 1. Molte delle difficoltà sopraindicate possono essere superate usando un sistema schermante costituito da più corpi cilindrici di differente spessore e resistività. In figura 8 è riportato lo schema di principio di una macchina dotata di un sistema schermante di questo tipo, usualmente chiamato « doppio schermo » in quanto costituito principalmente da due cilindri concentrici [63, 83, 109, 145].

Il cilindro più interno è disposto nelle immediate vicinanze dell'avvolgimento superconduttivo e si trova a bassa temperatura. Pertanto esso presenta una elevata conducibilità elettrica ed ha lo scopo di schermare l'avvolgimento di eccitazione dal flusso termico radiale proveniente dalla regione a temperatura ambiente e anche dai campi magnetici asincroni.

Il calcolo della potenza di refrigerazione richiesta dallo schermo interno mostra la convenienza di scegliere generalmente per tale cilindro una temperatura di 80 ÷ 100 K, in corrispondenza alla quale si ha il valore minimo della potenza meccanica di refrigerazione relativa ai flussi termici per radiazione [155]. Il cilindro esterno, a temperatura ambiente, è affacciato al corpo statorico, ha una conducibilità più bassa e serve principalmente come circuito smorzatore per le oscillazioni pendolari. Esso è montato su un supporto metallico cilindrico che gli permette di ottenere una sufficiente capacità termica ed una resistenza meccanica atta a sopportare le sollecitazioni elettrodinamiche in caso di corto circuito.

Lo studio dei sistemi schermanti costituiti da uno schermo singolo o doppio, l'influenza dei materiali che li compongono, dei loro spessori e temperature di lavoro sono oggetto di numerose ricerche [17, 25, 68, 126, 127, 130, 145, 147, 155].

Un buon comportamento, ai fini dell'attenuazione dei campi magnetici, dello smorzamento delle oscillazioni pendolari, della potenza di refrigerazione e della resistenza meccanica alle sollecitazioni elettrodinamiche di cortocircuito sembra essere fornito dai sistemi a doppio schermo con schermo interno in rame o alluminio, e schermo esterno in rame, alluminio, acciaio o lega di rame; il supporto cilindrico dello schermo esterno può essere di acciaio inossidabile o di una lega a base di nickel. Nel caso di schermo singolo, è preferibile in generale scegliere un cilindro a temperatura ambiente, per il quale la potenza meccanica di refrigerazione è molto minore di quella richiesta nel caso di cilindro a bassa temperatura.

Un inconveniente dei sistemi schermanti formati da uno o più corpi cilindrici è rappresentato dallo spessore che devono avere tali schermi al fine di sopportare le sollecitazioni ettrodinamiche.

A causa di tale spessore viene ad aumentare la distanza tra gli avvolgimenti di statore e di eccitazione con conseguente diminuzione della densità di potenza ottenibile e aumento della reattanza sincrona per unità. Il valore di flusso concatenato tra i due avvolgimenti può essere aumentato mediante un più elevato spessore dell'avvolgimento superconduttivo; ne consegue però un aumento del valore di picco del campo magnetico all'interno dell'avvolgimento di eccitazione, il che comporta, per un dato margine di stabilità del superconduttore, una più bassa densità di corrente (e quindi un ulteriore aumento dello spessore dell'avvolgimento) o una più bassa temperatura di lavoro (e quindi una maggiore spesa di potenza di refrigerazione).

E' allo studio un tipo di schermo, denominato « schermo avvolto », che prevede il trasferimento di almeno una parte delle sollecitazioni elettromeccaniche del sistema schermante all'avvolgimento di eccitazione o alla sua struttura portante permettendo così di ridurre la distanza tra rotore ed avvolgimento superconduttivo [124]. In tale sistema il cilindro o i cilindri conduttori di schermo sono sostituiti da due avvolgimenti ortogonali tra loro e mantenuti ad una temperatura criogenica. Uno di essi è collegato in serie, attraverso conduttori di corrente isolati termicamente, a resistenze addizionali esterne, a temperatura ambiente, in modo da ottenere per tale avvolgimento un valore della costante di tempo atto a smorzare le oscillazioni pendolari della macchina. In caso di guasto, lo « schermo avvolto » viene compresso contro l'avvolgimento superconduttivo e la sua struttura portante che vengono pertanto a sostenere parte delle sollecitazioni elettrodinamiche del sistema schermante.

Un'altra soluzione attualmente allo studio si basa sull'adozione di uno schermo cilindrico sottile flessibile, la cui flessione sotto l'azione delle sollecitazioni elettromeccaniche è limitata da una contropressione esercitata dai campi magnetici « imprigionati » tra tale schermo ed un cilindro conduttore posto internamente ad esso.

4. - Impianto di refrigerazione.

La necessità di mantenere alcune regioni rotoriche a temperature molto inferiori a quella ambiente comporta la messa in gioco di una potenza di refrigerazione per trasferire all'ambiente esterno ogni incremento di energia termica che si verifichi a bassa temperatura. La potenza di refrigerazione assume, a parità di energia da trasferire, valori tanto più elevati quanto più bassa è la temperatura della sorgente fredda (tab. II), per cui, ove possibile, le temperature delle varie regioni vanno scelte tenendo conto anche di questo fattore.

TABELLA II - *Potenza di refrigerazione P_m necessaria per trasferire 1 W da una zona a temperatura criogenica T a quella a temperatura ambiente* [96].

T [K]	80	40	20	4,2	3,5
P_m [W]	11	27	65	400 ÷ 500	600 ÷ 800

Una accurata ottimizzazione delle soluzioni costruttive, ai fini di minimizzare la potenza spesa per la refrigerazione, è importante non tanto per il guadagno conseguibile nel rendimento elettrico globale della macchina, quanto per la semplificazione che ne risulta nei circuiti di refrigerazione e del criogeneratore.

I flussi termici che richiedono una spesa di potenza di refrigerazione sono principalmente i seguenti:

a) flusso generato nella bobina superconduttrice;

b) flusso di conduzione attraverso i collegamenti meccanici tra regioni del rotore a temperatura criogenica e regioni a temperatura ambiente;

c) flussi scambiati per radiazioni tra superfici a temperature diverse;

d) flusso trasmesso attraverso i cavi di alimentazione dell'avvolgimento superconduttore;

e) flusso prodotto dal movimento dell'elio liquido;

f) flusso generato nel sistema schermante e nella struttura portante del rotore per effetto di variazioni del campo magnetico che investe il rotore stesso.

Il sistema schermante rotorico assume una notevole importanza ai fini della potenza di refrigerazione in quanto permette sostanziali riduzioni di alcuni flussi termici sopra elencati. Le correnti indotte nello schermo per effetto dei campi magnetici asincroni rispetto al rotore vengono a diminuire notevolmente il valore di tali campi nella regione dell'avvolgimento di eccitazione e quindi anche il valore della potenza dissipata in esso e in tutta la struttura metallica rotorica a bassa temperatura.

In caso di cortocircuito, campi magnetici di rotore e campi d'armatura interagiscono producendo sollecitazioni meccaniche e coppie di notevole entità. Questi sforzi, che verrebbero altrimenti a gravare sull'avvolgimento di eccitazione e sulla sua struttura portante, sono invece sostenuti principalmente dallo schermo, per cui il supporto dell'avvolgimento superconduttivo può essere generalmene progettato per una coppia pari a carica 1/10 di quella che si avrebbe in assenza di schermo. Ciò comporta una riduzione dello spessore del supporto stesso e quindi una sostanziale riduzione del flusso di calore per conduzione attraverso il supporto.

Lo schermo intercetta inoltre il flusso termico per radiazione che altrimenti verrebbe ad investire la superficie dell'avvolgimento; il flusso intercettato viene asportato dal sistema di refrigerazione che lo preleva però ad una temperatura generalmente superiore a quella relativa all'avvolgimento di eccitazione, con conseguente risparmio di potenza di refrigerazione.

Pertanto, mediante una opportuna progettazione del sistema schermante rotorico ed una scelta conveniente della temperatura di lavoro degli elementi che lo compongono, il calore prodotto direttamente nella regione dell'avvolgimento superconduttivo ed in quella di schermo nonchè il flusso termico che raggiunge tale zona per irraggiamento possono essere notevolmente ridotti [155].

Ne viene quindi che il principale carico termico che grava a regime sulle regioni rotoriche a bassa temperatura è costituito dalla conduzione di calore attraverso i collegamenti elettrici tra l'avvolgimento superconduttivo e la sorgente di alimentazione esterna, nonchè dalla conduzione termica attraverso i distaziatori termici tra regioni a temperatura criogenica e quella a temperatura ambiente. Nell'ipotesi comunemente assunta che i carichi di calore in regime transitorio possano essere assorbiti dal refrigerante immagazzinato nel rotore, il carico termico a regime diventa l'elemento principale di progetto di un sistema di refrigerazione.

La potenza meccanica richiesta per la refrigerazione dei distanziatori termici e dei conduttori elettrici che portano la corrente all'avvolgimento di eccitazione può essere notevolmente ridotta con un accorto dimensionamento di essi e con un loro raffreddamento continuo « in controcorrente », ottenuto ad esempio investendo il conduttore o il distanziatore mediante una corrente di gas freddo diretto in verso opposto a quello del flusso termico. Numerosi studi sono stati fatti in proposito al fine di determinare le condizioni che comportano la minima spesa di refrigerazione [14, 36, 46, 73, 79, 94, 95, 105, 156].

Una soluzione conveniente e relativamente semplice per il raffreddamento dell'avvolgimento di eccitazione è quella di inviare nell'avvolgimento una corrente di elio liquido, trasferito all'interno del rotore da un contenitore, posto all'esterno della macchina, attraverso un sistema di accoppiamento rotante a baionetta [95, 106]; le correnti di elio allo stato di vapore che abbandonano l'avvolgimento superconduttivo sono utilizzate per raffreddare, con un processo praticamente continuo, i supporti meccanici e i conduttori adduttori di corrente.

In definitiva un impianto di refrigerazione del rotore di un alternatore con avvolgimento di eccitazione superconduttivo è composto principalmente di tre parti:

— un sistema, esterno alla carcassa, di alimentazione dell'elio liquido e di ricupero dell'elio gassoso;

— circuiti dell'elio all'interno del rotore per il raffreddamento dell'avvolgimento induttore, della

sua struttura portante, del distanziatori termici e dei conduttori adduttori di corrente;

— un sistema di isolamento termico, costituito da un insieme di materiali, solidi o gassosi, a bassa conduttività termica disposti tra l'avvolgimento rotante superconduttivo e la regione circostante a temperatura ambiente.

Nella figura 9 è riportato lo schema di principio di un sistema esterno di alimentazione dell'elio mentre nella figura 10 è indicato lo schema di un sistema di accoppiamento rotante a baionetta.

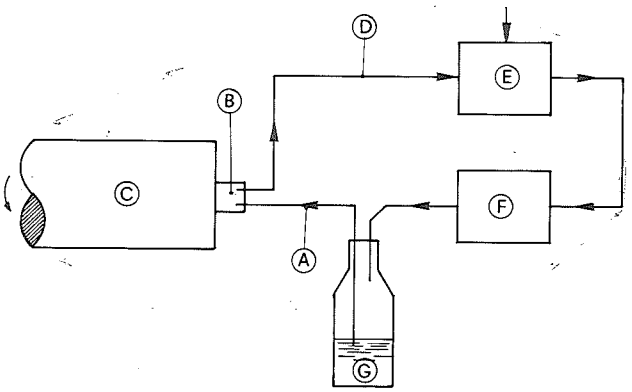


Fig. 9. — Schema di massima del circuito esterno di refrigerazione. A: elio liquido. B: giunto rotante a baionetta. C: rotore dell'alternatore. D: elio gassoso. E: contenitore di elio gassoso. F: liquefattore d'elio. G: contenitore di elio liquido.

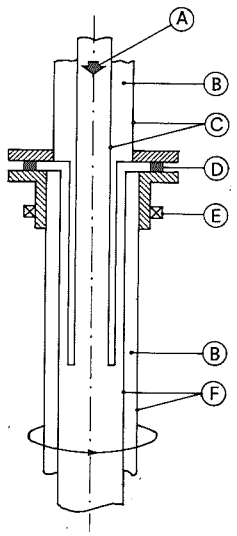


Fig. 10. — Schema di massima del giunto rotante a baionetta. A: elio liquido. B: zona in cui è mantenuto il vuoto. C: parte fissa del giunto, generalmente in acciaio inossidabile. D: guarnizione rotante di tenuta. E: cuscinetti di allineamento. F: parte rotante del giunto, generalmente in acciaio inossidabile.

La figura 11 riproduce infine i circuiti dell'elio all'interno del rotore della macchina di fig. 1: i distanziatori termici, costituiti da tubi sottili in acciaio inossidabile, sono portati, assieme allo schermo rotante in rame, ad una temperatura di 30 ÷ 60 K mediante scambiatori di calore attraversati dalla corrente di elio gassoso che esce dall'avvolgimento superconduttivo [128]. Anche i conduttori adduttori di corrente sono raffreddati da un flusso d'elio gassoso freddo proveniente dalla regione a bassa temperatura.

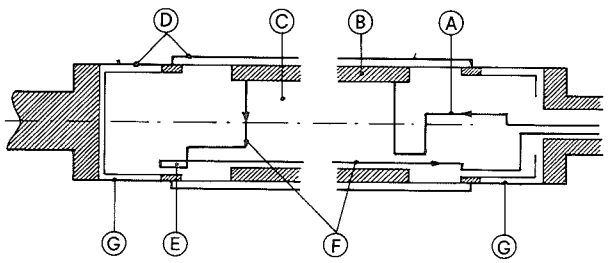


Fig. 11. — Schema di massima del circuito interno di refrigerazione della macchina di fig. 1. A: circuito d'entrata dell'elio liquido. B: avvolgimento superconduttivo a 4,2 K. C: zona in cui è mantenuto il vuoto. D: schermi radianti. E: scambiatore di calore. F: circuito d'uscita dell'elio gassoso. G: distanziatori termici.

5. Relazioni analitiche fondamentali.

Lo studio della macchina può essere convenientemente impostato partendo da una analisi bidimensionale del campo magnetico e tenendo conto della effettiva lunghezza assiale dell'alternatore mediante coefficienti di correzione empirici.

Il calcolo del campo magnetico viene condotto considerando separatamente ciascun termine dello

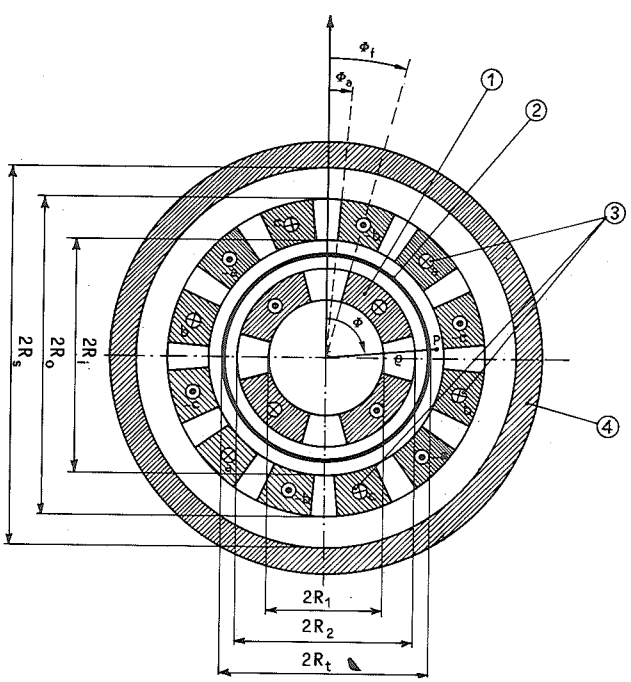


Fig. 12. — Schema di massima della sezione trasversale di una macchina trifase a quattro poli con schermo rotorico singolo. 1) avvolgimento superconduttivo di N_f spire percorso da una corrente I_f. 2) schermo rotorico. 3) fasi dell'avvolgimento statorico, costituite rispettivamente da N_a, N_b ed N_c spire e percorse dalle correnti I_a, I_b e I_c. 4) schermo statorico supposto costruito in materiale ferromagnetico ideale (permeabilità $\mu = \infty$) oppure in materiale perfetto conduttore (resistività elettrica $\rho = 0$).

sviluppo in serie di Fourier della densità di corrente relativa a ciascuna fase di statore e all'avvolgimento di eccitazione; potendosi ritenere valido il principio di sovrapposizione degli effetti, il campo magnetico in ogni regione della macchina può essere determinato come somma dei campi armonici di ordine n [2, 23, 26, 67, 81].

Nell'ipotesi che lo spazio occupato da ogni avvolgimento sia riempito completamente e in modo uniforme dai conduttori e che la densità di corrente sia uniforme nella sezione di ciascun avvolgimento, nella tabella III sono riportate, con riferimento alla figura 12 e alle notazioni in essa adottate, le espressioni delle componenti radiali H_ρ e tangenziali H_ϑ, generalizzate per un numero qualsiasi di coppie polari p, dei campi magnetici all'interno della macchina dovuti alla densità J_f della corrente di eccitazione, dalle quali, con semplici sostituzioni, indicate nella tabella stessa, è possibile ricavare anche le relazioni dei campi magnetici dovuti alle densità di corrente J_a, J_b, J_c di statore [23, 26]; dove appare il segno $(\pm)$ o $(\mp)$, quello superiore fa riferimento al caso di schermo statorico magnetico, quello inferiore al caso di schermo statorico conduttivo.

Dalle espressioni del campo magnetico si ricavano i coefficienti L ed M di auto e mutua induzione relativi all'avvolgimento di statore, a quello di eccitazione e al sistema schermante che viene rappresentato da due o quattro avvolgimenti in corto circuito, a seconda rispettivamente che si tratti di uno schermo singolo o doppio, disposti sull'asse diretto (coincidente con l'asse magnetico del rotore) e sull'asse in quadratura.

La macchina può pertanto essere schematizzata con un modello elettrico a costanti concentrate costituito, nel caso di schermo rotorico singolo, da un sistema di sei bobine come indicato nella figura 13 e per il quale sussiste la seguente relazione tra le correnti i che percorrono gli avvolgimenti e i flussi concatenati φ:

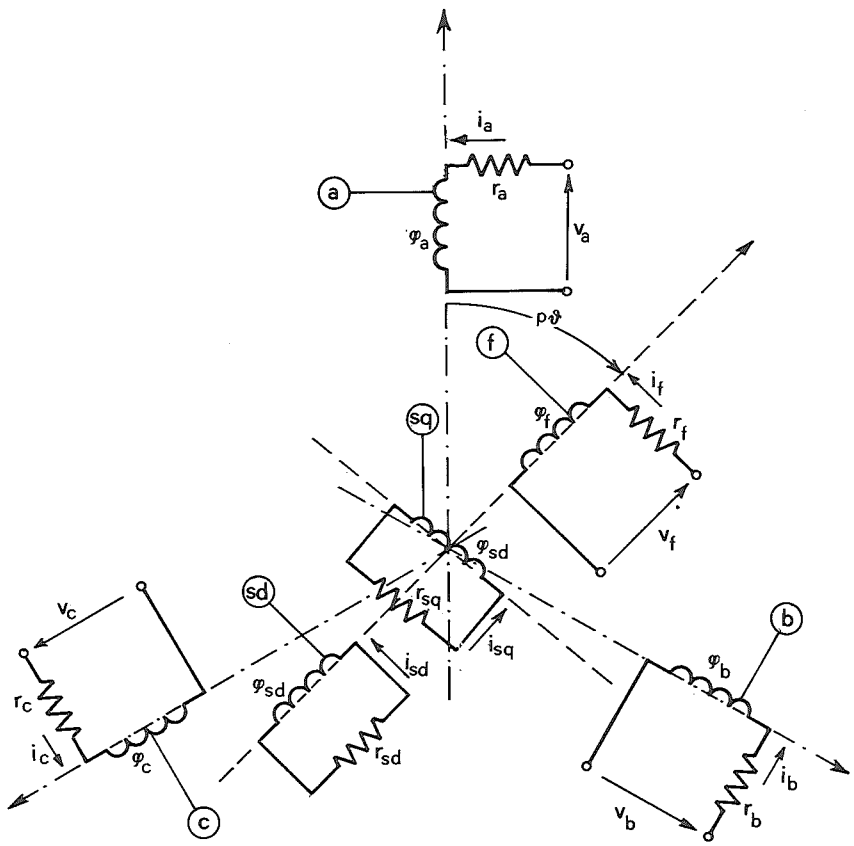


Fig. 13. — Modello elettrico a parametri concentrati di un alternatore trifase con avvolgimento di eccitazione superconduttivo e schermo rotorico singolo; *a, b, c* = avvolgimenti statorici; *f* = avvolgimento di eccitazione; *sd, sq* = avvolgimenti relativi allo schermo rotorico.

(1)

$$\begin{vmatrix} \varphi_a \\ \varphi_b \\ \varphi_c \\ \varphi_f \\ \varphi_{sd} \\ \varphi_{sq} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} L_a & M_{ab} & M_{ac} & M_{af} & M_{ad} & M_{aq} \\ M_{ba} & L_b & M_{bc} & M_{bf} & M_{bd} & M_{bq} \\ M_{ca} & M_{cb} & L_c & M_{cf} & M_{cd} & M_{cq} \\ M_{fa} & M_{fb} & M_{fc} & L_f & M_{fd} & 0 \\ M_{da} & M_{db} & M_{dc} & M_{df} & L_{sd} & 0 \\ M_{qa} & M_{qb} & M_{qc} & 0 & 0 & L_{sq} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} -i_a \\ -i_b \\ -i_c \\ i_f \\ i_{sd} \\ i_{sq} \end{vmatrix}$$

TABELLA III - *Componenti radiale H_ρ e tangenziale H_ϕ del campo magnetico prodotto dall'avvolgimento di eccitazione.*

$\rho < R_1$

$n\,p \neq 2$ (n = numero d'ordine dell'armonica, p = coppie polari)

$$H_\rho = \sum_{n=1,3,5\ldots} \frac{2\,J_f \cos(n\,p\,\phi_f)\cos(n\,p\,\phi)}{n\,\pi\,(2-n\,p)}\,\rho\left[\frac{\rho}{R_2}\right]^{np-2}\left[1-y^{2-np}\pm\frac{2-n\,p}{2+n\,p}\left(\frac{R_2}{R_s}\right)^{2np}(1-y^{2+np})\right]$$

$n\,p = 2$ ($n = 1,\ p = 2$)

$$H_\rho = \frac{2\,J_f\cos(2\,\phi_f)\cos(2\,\phi)}{\pi}\,\rho\left[-\ln y\pm\frac{1}{4}(1-y^4)\left(\frac{R_2}{R_s}\right)^4\right]$$

$n\,p \neq 2$

$$H_\phi = \sum_{n=1,3,5\ldots} -\frac{2\,J_f\cos(n\,p\,\phi_f)\,\mathrm{sen}\,(n\,p\,\phi)}{n\,\pi\,(2-n\,p)}\,\rho\left[\frac{\rho}{R_2}\right]^{np-2}\left[1-y^{2-np}\pm\frac{2-n\,p}{2+n\,p}\left(\frac{R_2}{R_s}\right)^{2np}(1-y^{2+np})\right]$$

$n\,p = 2$ ($n = 1,\ p = 2$)

$$H_\phi = -\frac{2\,J_f\cos(2\,\phi_f)\,\mathrm{sen}\,(2\,\phi)}{\pi}\,\rho\left[-\ln y\pm\frac{1}{4}(1-y^4)\left(\frac{R_2}{R_s}\right)^4\right]$$

$R_1 < \rho < R_2$

$n\,p \neq 2$

$$H_\rho = \sum_{n=1,3,5\ldots}\frac{2\,J_f\cos(n\,p\,\phi_f)\cos(n\,p\,\phi)}{n\,\pi\,(4-n^2\,p^2)}\,\rho\left[-2\,n\,p-(2-n\,p)\left(\frac{R_1}{\rho}\right)^{np+2}+(2+n\,p)\left(\frac{\rho}{R_2}\right)^{np-2}\right.$$
$$\left.\pm(2-n\,p)\left(\frac{\rho}{R_s}\right)^{np-2}\left(\frac{R_2}{R_s}\right)^{np+2}(1-y^{np+2})\right]$$

$n\,p = 2$ ($n = 1,\ p = 2$)

$$H_\rho = \frac{2\,J_f\cos(2\,\phi_f)\cos(2\,\phi)}{4\,\pi}\,\rho\left[1-\left(\frac{R_1}{\rho}\right)^4+4\ln\left(\frac{R_2}{\rho}\right)\pm\left(\frac{R_2}{R_s}\right)(1-y^4)\right]$$

$$H_\phi = \sum_{n=1,3,5\ldots}\frac{2\,J_f\cos(n\,p\,\phi_f)\,\mathrm{sen}\,(n\,p\,\phi)}{n\,\pi\,(4-n^2\,p^2)}\,\rho\left[4-(2-n\,p)\left(\frac{R_1}{\rho}\right)^{np+2}-(2+n\,p)\left(\frac{\rho}{R_2}\right)^{np-2}\right.$$
$$\left.\mp(2-n\,p)\left(\frac{\rho}{R_s}\right)^{np-2}\left(\frac{R_2}{R_s}\right)^{np+2}(1-y^{np+2})\right]$$

$n\,p = 2$ ($n = 1,\ p = 2$)

$$H_\phi = \frac{2\,J_f\cos(2\,\phi_f)\,\mathrm{sen}\,(2\,\phi)}{4\,\pi}\,\rho\left[1-\left(\frac{R_1}{\rho}\right)^4-4\,l\,n\left(\frac{R_2}{\rho}\right)\mp\left(\frac{R_2}{R_s}\right)(1-y^4)\right]$$

$\rho > R_2$

$$H_\rho = \sum_{n=1,3,5\ldots}\frac{2\,J_f\cos(n\,p\,\phi_f)\cos(n\,p\phi)}{n\,\pi\,(2+n\,p)}\,\rho\left(\frac{R_2}{\rho}\right)^{np+2}\left[(1-y^{np+2})\,(1\pm\left(\frac{\rho}{R_s}\right)^{2np}\right]$$

$$H_\phi = \sum_{n=1,3,5\ldots}\frac{2\,J_f\cos(n\,p\,\phi_f)\,\mathrm{sen}\,(n\,p\,\phi)}{\mathrm{n}\,\pi\,(2+n\,p)}\,\rho\left(\frac{R_2}{\rho}\right)^{np+2}\left[(1-y^{np+2})\,(1\mp\left(\frac{\rho}{R_s}\right)^{2np}\right]$$

Le espressioni di H_ρ e H_ϕ per $n\,p = 2$ ($n = 1,\ p = 2$) si ricavano direttamente dalle precedenti ponendo $n = 1$ e $p = 2$.

Se tra statore e rotore c'è un angolo meccanico $\Theta \neq 0$, sostituire ϕ con $(\phi - \Theta)$

Per ottenere i campi prodotti dalla fase statorica	sostituire	con
a	$J_f = \dfrac{2\,N_f\,I_f}{(\pi - 2\,p\,\phi_f)\,R_2^2\,(1-y^2)}$	$J_a = \dfrac{2\,N_a\,I_a}{\left(\frac{\pi}{3} - 2\,p\,\phi_a\right)R_s^2\,(1-x^2)}$
	$y = \dfrac{R_1}{R_2}$	$x = \dfrac{R_i}{R_o}$
	ϕ_f	$\pi/3\,p + \phi_a$
	R_1	R_i
	R_2	R_o

Per ottenere i campi prodotti dalle fasi b e c sostituire inoltre ϕ con $(\phi - 2\,\pi/3\,p)$ per la fase b e $(\phi - 4\,\pi/3\,p)$ per la fase c.

Risulta:

$$
\begin{aligned}
&L_a = L_b = L_c,\ L_{sd} = L_{sq},\ M_{fd} = M_{df},\\
&M_{ab} = M_{ba} = M_{bc} = M_{cb} = M_{ca} = M_{ac}\\
&M_{af} = M_{fa} = \sum_{n=1,3,5\ldots} M_{fn} \cos n\,p\,\vartheta\\
&M_{bf} = M_{fb} = \sum_{n=1,3,5\ldots} M_{fn} \cos n\,p \left(\vartheta - \frac{2\pi}{3p}\right)\\
&M_{cf} = M_{fc} = \sum_{n=1,3,5\ldots} M_{fn} \cos n\,p \left(\vartheta - \frac{4\pi}{3p}\right)\\
&M_{ad} = M_{da} = \sum_{n=1,3,5\ldots} M_{dn} \cos n\,p\,\vartheta\\
&M_{bd} = M_{db} = \sum_{n=1,3,5\ldots} M_{dn} \cos n\,p \left(\vartheta - \frac{2\pi}{3p}\right)\\
&M_{cd} = M_{dc} = \sum_{n=1,3,5\ldots} M_{dn} \cos n\,p \left(\vartheta - \frac{4\pi}{3p}\right)\\
&M_{aq} = M_{qa} = -\sum_{n=1,3,5\ldots} M_{dn} \operatorname{sen} n\,p\,\vartheta\\
&M_{bq} = M_{qb} = -\sum_{n=1,3,5\ldots} M_{dn} \operatorname{sen} n\,p \left(\vartheta - \frac{2\pi}{3p}\right)\\
&M_{cq} = M_{qc} = -\sum_{n=1,3,5\ldots} M_{dn} \operatorname{sen} n\,p \left(\vartheta - \frac{4\pi}{3p}\right)
\end{aligned}
$$

Tra tensioni e correnti del sistema di figura 13 sussistono poi le seguenti relazioni:

$$
(2)\qquad
\begin{aligned}
v_a &= -r_a i_a + \frac{d\varphi_a}{dt}\\
v_b &= -r_b i_b + \frac{d\varphi_b}{dt}\\
v_c &= -r_c i_c + \frac{d\varphi_c}{dt}\\
v_f &= r_f i_f + \frac{d\varphi_f}{dt}\\
0 &= r_{sd} i_{sd} + \frac{d\varphi_{sd}}{dt}\\
0 &= r_{sq} i_{sq} + \frac{d\varphi_{sq}}{dt}
\end{aligned}
$$

Nella tabella IV sono riportate le espressioni dei coefficienti di auto e mutua induzione ricavate dalle relazioni del campo magnetico [26].

E' da ricordare che in generale è sufficiente tener conto, sia nelle espressioni delle componenti del campo magnetico sia in quelle dei coefficienti di auto e mutua induzione, unicamente dell'armonica fondamentale ($n = 1$).

Nel caso di doppio schermo rotorico, ai coefficienti L_{sd}, M_{fd} e M_{dn} si sostituiscono quelli relativi allo schermo interno (L_{sdint}, M_{fdint} e M_{dnint}) ed esterno (L_{sdest}, M_{fnest}, M_{dnest}) che presentano espressioni analoghe a quelle ricavate per L_{sd}, M_{fd} e M_{dn} [83].

Nelle relazioni riportate in tab. IV compaiono le lunghezze assiali 1_a, 1_g, 1_m, 1_{sd}, 1_{ad}, e 1_{fd} che non sempre corrispondono a lunghezze fisiche della macchina in quanto tengono conto degli effetti delle estremità, trascurati nell'analisi teorica del campo. Il loro valore può essere determinato in sede di progetto mediante formule empiriche ottenute da modelli sperimentali. In base ad alcune di esse e indicando con 1 la lunghezza attiva della macchina risulta [83, 124]:

$$
\begin{aligned}
1_a &= 1 + \Delta 1\\
\Delta 1 &= R_i + R_o\\
1_m &= 1_{ab} = 1_{ad} = 1_{fd} = 1_{sd} = 1
\end{aligned}
$$

Calcolati i coefficienti di auto e mutua induzione, i sistemi (1) e (2) permettono di determinare il comportamento della macchina sia in condizioni di regime permanente che in transitorio.

Lo studio è facilitato utilizzando la trasformazione di Park in base alla quale si passa ad un sistema di riferimento $d\,q$ o solidale col rotore.

In tal caso i sistemi (1) e (2) si trasformano, nella ipotesi di $n = 1$, $p = 1$ e di resistenze degli avvolgimenti nulle, nei seguenti:

$$
(1')\qquad
\begin{aligned}
\varphi_d &= -(L_a - M_{ab})\, i_d + M_{f1}\, i_f + M_{d1}\, i_{sd}\\
\varphi_q &= -(L_a - M_{ab})\, i_q + M_{d1}\, i_{sq}\\
\varphi_o &= -(L_a + 2M_{ab})\, i_o\\
\varphi_f &= -3/2\, M_{f1}\, i_d + L_f\, i_f + M_{f1}\, i_{sd}\\
\varphi_{sq} &= -3/2\, M_{d1}\, i_d + M_{fd}\, i_f + L_{sd}\, i_{sd}\\
\varphi_{sd} &= -\frac{3}{2} M_{d1}\, i_q + L_{sd}\, i_{sq}
\end{aligned}
$$

e

$$
\begin{aligned}
v_d &= \frac{d\varphi_d}{dt} - \omega\varphi_q\\
v_q &= \omega\varphi_d + \frac{d\varphi_q}{dt}\\
v_o &= \frac{d\varphi_o}{dt}\\
v_f &= \frac{d\varphi_f}{dt}\\
v_{sd} &= \frac{d\varphi_{sd}}{dt} = 0\\
v_{sq} &= \frac{d\varphi_{sq}}{dt} = 0
\end{aligned}
$$

Le relazioni precedenti permettono di ricavare tra l'altro le espressioni della reattanza sincrona X_s, di quelle transitorie X'_d e X'_q e di quelle subtransitorie X''_d e X''_q [26, 124]:

$$X_s = \omega\,(L_a - M_{ab})$$

TABELLA IV - *Coefficienti di auto e mutua induzione.*

L_f = coeff. di autoinduzione dell'avvolgimento di eccitazione

per $n\,p \neq 2$

$$L_f = \sum_{n=1,3,5\ldots} \frac{16\, l_f\, \mu_o\, N_f^2\, \cos^2(n\,p\,\phi_f)}{n^3\, p^3\, \pi\, (\pi/p - 2\phi_f)^2\, (n^2\, p^2 - 4)\, (1-y^2)^2} \left[(n\,p-2) + 4\, y^{np+2} - (n\,p+2)\, y^4 \pm 2\, \frac{n\,p-2}{n\,p+2}\, (1-y^{np+2})^2 \left(\frac{R_o}{R_s}\right)^{2np} \right]$$

per $p = 2,\ n = 1$

$$L_f = \frac{2\, l_f\, \mu_o\, N_f^2\, \cos^2(2\,\phi_f)}{\pi\, (\pi/2 - 2\phi_f)^2\, (1-y^2)^2} \left[y^4 \ln y + \frac{1-y^4}{4} \pm \frac{(1-y^4)^2}{8} \left(\frac{R_2}{R_s}\right)^4 \right]$$

L_a = coeff. di autoinduzione della fase statorica a

per $n\,p \neq 2$.

$$L_a = \sum_{n=1,3,5\ldots} \frac{16\, l_a\, \mu_o\, N_a^2\, \cos^2(n(\pi/3 + p\,\phi_a))}{n^3\, p^3\, \pi\, (\pi/3\, p - 2\phi_a)^2\, (n^2\, p^2 - 4)\, (1-x^2)^2} \left[(n\,p-2) + 4\, x^{np+2} - (n\,p+2)\, x^4 \pm 2\, \frac{n\,p-2}{n\,p+2}\, (1-x^{np+2})^2 \left(\frac{R_o}{R_s}\right)^{2np} \right]$$

per $p = 2,\ n = 1$

$$L_a = \frac{2\, l_a\, \mu_o\, N_a^2\, \cos^2(\pi/3 + 2\,\phi_a)}{\pi\, (\pi/6 - 2\,\phi_a)^2\, (1-x^2)^2} \left[x^4 \ln x + \frac{1-x^4}{4} \pm \frac{(1-x^4)^2}{8} \left(\frac{R_o}{R_s}\right)^4 \right]$$

M_{ab} = coeff. di mutua induzione tra le fasi statoriche a e b

per $n\,p \neq 2$.

$$M_{ab} = \sum_{n=1,3,5\ldots} \frac{16\, l_{ab}\, \mu_o\, N_a^2\, \cos^2(n\,(\pi/3 + p\,\phi_a))\, \cos(2\,n\,\pi/3)}{n^3\, p^3\, \pi\, (\pi/3\, p - 2\,\phi_a)^2\, (n^2\, p^2 - 4)\, (1-x^2)^2} \left[(n\,p-2) + 4\, x^{np+2} - (n\,p+2)\, x^4 \pm 2\, \frac{n\,p-2}{n\,p+2}\, (1-x^{np+2})^2 \left(\frac{R_o}{R_s}\right)^{2np} \right]$$

per $p = 2,\ n = 1$

$$M_{ab} = -\frac{l_{ab}\, \mu_o\, N_a^2\, \cos^2(\pi/3 + 2\,\phi_a)}{\pi \left(\frac{\pi}{6} - 2\,\phi_a\right)^2 (1-x^2)^2} \left[x^4\, l\, n\, x + \frac{1-x^4}{4} \pm \frac{(1-x^4)^2}{8} \left(\frac{R_o}{R_s}\right)^4 \right]$$

$M_{af} = \sum_{n=1,3,5\ldots} M_{fn} \cos n\,p\,\vartheta$ = coeff. di mutua induzione tra la fase statorica a e l'avvolgimento di eccitazione.

con:

$$M_{fn} = \frac{32\, l_m\, \mu_o\, N_f\, N_a}{p^3\, \pi\, (\pi/p - 2\,\phi_f)\, (\pi/3\, p - 2\phi_a)\, (1-y^2)\, (1-x^2)} \cdot C_{mn}$$

per $n\,p \neq 2$

$$C_{mn} = \frac{\cos(n\,p\,\phi_f)\, \cos(n\,(\pi/3 + p\,\phi_a))\, (1-y^{np+2})}{n^3\, (4 - n^2\, p^2)} \left(\frac{R_2}{R_o}\right)^{np} \cdot \left[1 - x^{2-np} \pm \frac{n\,p-2}{n\,p+2}\, (1-x^{2+np}) \left(\frac{R_o}{R_s}\right)^{2np} \right]$$

per $p = 2,\ n = 1$

$$Cm_1 = \frac{\cos(2\,\phi_f)\, \cos(\pi/3 + 2\,\phi_a)\, (1-y^4)}{8} \cdot \left[-1\, n\, x \pm \frac{1-x^2}{4} \left(\frac{R_o}{R_s}\right)^4 \right]$$

L_{sd} = coeff. di autoinduzione dell'avvolgimento sull'asse diretto, di N_{np} spire, relatio allo schermo rotorico

$$L_{sd} = \sum_n \frac{\mu_o\, l_{sd}\, N_{np}^2}{8\, n\, p} \left(1 \pm \left(\frac{R_t}{R_s}\right)^{2np}\right)$$

$M_{ad} = \sum_n M_{dn} \cos n\,p\,\vartheta$ = coeff. di mutua induzione tra la fase statorica a e lo schermo rotorico

per $n\,p \neq 2$

$$M_{dn} = \frac{2\, \mu_o\, l_{ad}\, N_a\, N_{np}\, \cos(n\,(\pi/3 + p\,\phi_a))}{n^2\, p^2\, (\pi/3\, p - 2\,\phi_a)\, (1-x^2)\, (2 - n\,p)} \left(\frac{R_o}{R_t}\right)^{np} \left[1 - x^{2-np} \pm \frac{2 - n\,p}{2 + n\,p}\, (1-x^{2+np}) \left(\frac{R_o}{R_s}\right)^{2np} \right]$$

per $p = 2,\ n = 1$

$$M_{d1} = \frac{\mu_o\, l_{ad}\, N_a\, N_{np}\, \cos(\pi/3 + 2\,\phi_a)}{2\, (\pi/6 - 2\,\phi_a)\, (1-x^2)} \left[-1\, n\, x \pm \frac{1-x^4}{4} \left(\frac{R_o}{R_s}\right)^4 \right]$$

M_{fd} = coeff. di mutua induzione tra schermo rotorico ed avvolgimento di eccitazione

$$M_{fd} = \sum_n \frac{2\, \mu_o\, l_{fd}\, N_f\, N_{np}\, \cos(n\,p\,\phi_f)\, (1-y^{np+2})}{(\pi/p - 2\,\phi_f)\, (1-y^2)\, n\,p\, (n\,p+2)} \left(\frac{R_2}{R_t}\right) \left[1 \pm \left(\frac{R_t}{R_s}\right)^{2np} \right]$$

$$X'_d = X_s \left[1 - \frac{3}{2} \frac{M_{f1}^2}{L_f (L_a - M_{ab})}\right]$$

$$X'_q = X_s$$

$$X''_d = X''_q = X_s \left[1 - \frac{3}{2} \frac{M_{d1}^2}{L_{sd} (L_a - M_{ab})}\right]$$

6. - Conclusioni.

Le conclusioni che si possono ricavare dagli studi teorici e sperimentali in materia mostrano che i turboalternatori di grandissima potenza con avvolgimenti di eccitazione superconduttivi sono realizzabili e presentano notevoli vantaggi potenziali rispetto alle macchine convenzionali. Non è stato rilevato alcun problema fondamentale che impedisca di estendere, in linea di principio, l'esperienza acquisita con i modelli già costruiti alle macchine di grande potenza, anche se molto lavoro resta ancora da fare, soprattutto nel campo dell'ottimizzazione del progetto, della scelta dei materiali strutturali, delle verifiche sperimentali. Rimane inoltre da verificare se gli alternatori superconduttivi di grande potenza possono presentare un grado di affidabilità pari a quello delle macchine convenzionali.

Pur risultando difficile quantizzare con precisione i vantaggi potenziali dei turboalternatori con avvolgimenti di eccitazione superconduttivi e generalizzare i valori poichè tali quantità dipendono dalle scelte di progetto in base alle quali il raggiungimento di alcuni valori significativi richiede il sacrificio di altri, tuttavia, a puro titolo orientativo, si ritiene utile fornire per tali macchine gli ordini di grandezza di alcuni parametri caratteristici in funzione della potenza nominale; tali valori, ricavati per macchine a due poli (cos $\varphi = 0{,}85$) dotate di schermo statorico ferromagnetico e di doppio schermo rotorico, sono riportati nei diagrammi delle figure 14 ÷ 18 mentre nella tabella V sono fornite le dimensioni ed i principali parametri calcolati per una macchina da 2 000 MVA [83, 109].

Precisi confronti economici con turboalternatori convenzionali sono ancora prematuri; tuttavia, l'assenza dei circuiti magnetici di rotore e di statore nonchè la minore spesa per le opere di installazione,

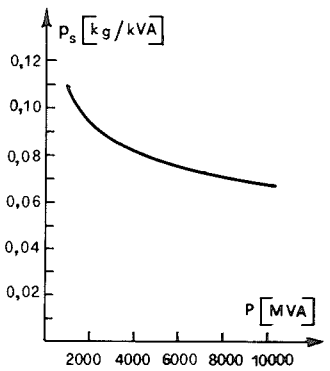


Fig. 14. — Valori del peso specifico p_s degli elementi attivi di un turboalternatore con avvolgimento di eccitazione superconduttivo, dotato di « doppio schermo » rotorico, in funzione della potenza nominale P.

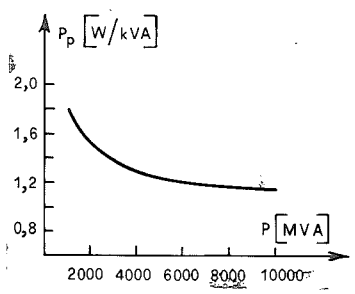


Fig. 15. — Valori delle perdite specifiche P_p nel rame di statore e nello schermo ferromagnetico esterno di un turboalternatore con avvolgimento di eccitazione superconduttivo, dotato di « doppio schermo » rotorico, in funzione della potenza nominale P.

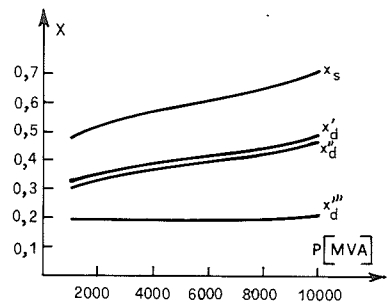


Fig. 16. — Valori delle reattanze per unità di un turboalternatore con avvolgimento di eccitazione superconduttivo, dotato di « doppio schermo » rotorico, in funzione della potenza nominale P. X_s - reattanza sincrona. X'_d - reattanza transitoria secondo l'asse diretto. X''_d - reattanza subtransitoria secondo l'asse diretto. X'''_d - reattanza « sub-subtransitoria » secondo l'asse diretto.

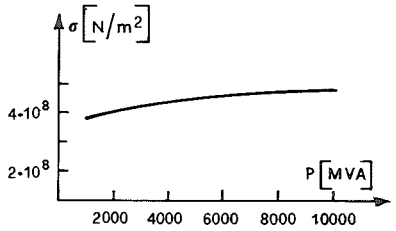


Fig. 17. — Valore massimo, in funzione della potenza nominale P, della sollecitazione radiale σ agente, in caso di cortocircuito trifase ai morsetti della macchina, sullo schermo rotorico esterno di un turboalteratore con avvolgimento di eccitazione superconduttivo e dotato di « doppio schermo rotorico ».

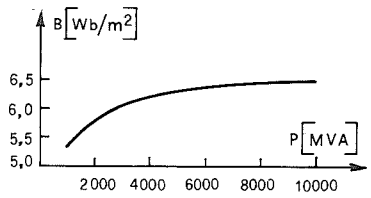


Fig. 18. — Valore massimo dell'induzione a vuoto B di un turboalternatore con avvolgimento di eccitazione superconduttivo, dotato di « doppio schermo rotorico », in funzione della potenza nominale P.

TABELLA V - *Dimensioni e parametri principali di una macchina da 2 000 MVA, 2 poli, cos φ = 0,85 con doppio schermo rotorico e schermo statorico ferromagnetico.*

Avvolgimento di eccitazione:	
diametro esterno	602 mm
spessore	56 mm
lunghezza attiva	5 160 mm
densità di corrente nominale complessiva	247 A/mm²
vel. max. dell'induzione	5,77 Wb/m²
Schermo rotorico interno a bassa temperatura:	
diametro esterno	616 mm
spessore	2 mm
conducibilità elettrica	$5 \cdot 10^9$ 1/Ωm
Schermo rotorico esterno a temperatura ambiente	
diametro esterno	910 mm
spessore	6 mm
conducibilità elettrica	$6 \cdot 10^7$ 1/Ωm
spessore del supporto	136 mm
Avvolgimento statorico	
diametro esterno	1 314 mm
spessore	133 mm
lunghezza totale	6 320 mm
densità di corrente	3 A/mm²
conducibilità elettrica	$6 \cdot 10^7$ 1/Ωm
Schermo ferromagnetico statorico	
diametro esterno	2 514 mm
spessore	600 mm
Parametri della macchina	
reattanza sincrona (per unità)	0,52
reattaza transitoria (per unità)	0,35
reattanza sub-transitoria (per unità)	0,34
reattanza sub-subtransitoria (per unità)	0,19
costante di tempo dello schermo rotorico interno a bassa temperatura	2,4 sec
costante di tempo dello schermo rotorico esterno a temperatura ambiente	0,21 sec

derivante da un minore peso e volume della macchina, portano a ritenere che a partire da una potenza intorno a 1 000 MVA il costo d'impianto di un turboalternatore superconduttivo, tenuto conto anche dell'impianto di refrigerazione, sia minore di quello di una macchina convenzionale. A ciò devesi aggiungere il risparmio, in conto capitale e in conto esercizio, dovuto al miglioramento del rendimento.

L'autore desidera ringraziare i proff. J. L. Smith jr., P, Thullen e i dr. A. Bejan e T. A. Keim per le proficue discussioni avute nel corso della sua permanenza presso il Massachusetts Institute of Technology (USA).

Manoscritto pervenuto l'8 aprile 1977.

BIBLIOGRAFIA

[1] Z.J.J. STEKLY, H.H. WOODSON: *Rotating Machinery Utilizing Superconductors.* - « IEEE Trans. on Aerospace », Vol. AS-2, April 1964.

[2] H.H. WOODSON, Z.J.J. STEKLY, E. HALAS: *A study of Alternators with Superconducting Field Windings: I-Analysis.* - « IEEE Trans. Power Apparatus and Systems », Vol. PAS-85, N. 3, March 1966.

[3] Z.J.J. STEKLY, H.H. WOODSON, A.M. HATCH, L.O. HOPPIE, E. HALAS: *A study of Alternators with Superconducting Field Windings: II-Experiment.* - « IEEE Trans. Power Apparatus and System », Vol. PAS-85, n. 3, March 1966.

[4] S. GOODFELLOW: *Design of Turbogenerators with Superconducting Field Windings.* - « MIT S.B. thesis », June 1967.

[5] C.J. OBERHAUSER, H.R. KINNER: *Some Considerations in the Design of a Superconducting Alternator.* - « Advances in Cryogenic Engineering », Vol. 13 Plenum Press, 1968.

[6] D. GREENEISEN: *Design Program for Superconducting Electrical Machines.* - « MIT S.M. thesis », May 1968.

[7] D.L. GREENE: *Design of Superconducting Field Magnet for a Synchronous Generator.* - « MIT S.M. thesis », May 1968.

[8] J.C. DUDLEY: *Fabrication of an Armature for a Generator with a Superconducting Rotating Field Winding.* - « MIT S.M. thesis », May 1969.

[9] P. THULLEN: *Analysis of the Application of Superconductivity to Commercial Electric Power Generator.* - « MIT Sc.D. thesis », June 1969.

[10] D.L. GREENE: *Analysis of a Marine Propulsion System Incorporating Superconducting Electrical Machinery.* - « MIT Ph.D. thesis », February 1970.

[11] *EEI Research Project on Superconductors in Large Synchronous Machines.* - « EEI Bulletin », May 1970.

[12] P. THULLEN: *Alternators with Superconducting Field Windings.* - « Proceedings of the Purdue University 1970 Symposium on Power System », May 12-14, 1970.

[13] W.D. LEE: *Continuous Transfer of Liquid Helium to a Rotating Dewar.* - « MIT S.M. thesis », June 1970.

[14] M. RAUH: *Die optimalen dimensionen elektrischer zuleitungen für tieftemperaturanlagen.* - « Doctoral Disertation n. 4656, Federal Institute of Technology », Zürich - Sept. 1970.

[15] P. THULLEN: *Superconductors Applied in the Field Windings of Synchronous Machines.* - « Proceedings of the Oklahoma State University 1970, Frontiers of Power Technology Conference », October 15-16, 1970.

[16] P. THULLEN, J.L. SMITH, JR., H.H. WOODSON: *Economic and Operational Aspects of the Application of Superconductors in Steam Turbine Generator Field Windings.* - « IEEE Conference Paper 70 CP 211-PWR ».

[17] T.H. EINSTEIN: *Excitation Requirements and Dynamic Performance of a Superconducting Alternator for Electric Utility Power Generation.* - « MIT Sc.D. thesis », December 1970.

[18] P. THULLEN, J.L. SMITH, JR.: *The Design of a Rotating Dewar and Field Winding for a Superconducting Alternator.* - « Advances in Cryogenic Engineering », Vol. 15, Plenum Press 1970.

[19] J.H. MURPHY: *High Vacuum Shaft Seals for a Superconducting Generator.* - « MIT S.M. thesis », February 1971.

[20] H.H. WOODSON, J.L. SMITH, JR., P. THULLEN, J.L. KIRTLEY, JR.: *The Application of Superconductors in the Field Windings of Large Synchronous Machines.* - « IEEE Trans. Power Apparatus and System », Vol. PAS-90, N. 2, March/April 1971.

[21] H.H. WOODSON, J.L. SMITH, JR., P. THULLEN: *Synchronous Machines with Superconducting Field Winding.* - « Prepared for the Enery Conversion Task Group of the ERC R D Task Force », March 29, 1971.

[22] P. THULLEN, J.C. DUDLEY, D.L. GREENE, J.L. SMITH, JR., - *An Experimental Alternator with a Superconducting Rotating Field Winding.* - « IEEE Trans. Power Apparatus and Systems », Vol. PAS-90, N. 2 March/April 1971.

[23] J.L. KIRTLEY, JR.: *Basic Formulas for Air-Core Synchronous Machines.* - « IEEE Conference Paper 71 CP 155-PWR ».

[24] G.B. JOHNSON: *Construction of Field Windings for a Superconducting Alternator.* - « MIT S.M. thesis », May 1971.

[25] D. LUCK: *Electromechanical and Thermal Effects of Faults Upon Superconducting Generators.* - « MIT Ph.D. thesis », June 1971.

[26] L. KIRTLEY, JR.: *Design and Construction of an Armature for an Alternator with a Superconducting Field Winding.* - « MIT Ph.D. thesis », August 1971.

[27] P. THULLEN, J.L. SMITH, JR., H.H. WOODSON: *Superconductors in large Synchronous Machines.* - « Edison Electric Institute Research Progress Report, Project RP-92 », August 9, 1971.

[28] P. THULLEN, J.L. SMITH, JR.: *Mechanical Design Concept for a 1 000 MVA Superconducting Turboalternator.* - « Trans. ASME, Journal of Engineering for Industry », Vol. 93, Series B, N. 4, November 1971.

[29] P. THULLEN: *A New Criterion for the Design of Gas Cooled Cryogenic Current Leads.* - « Advances in Cryogenic Engineering », Vol. 16, Plenum Press 1971.

[30] H.H. WOODSON: *Application of Superconductivity and Cryogenics in Electronic Power Systems.* - « Advances in Cryogenic Engineering », Vol. 16, Plenum Press 1971.

[31] T.H. EINSTEIN: *Generalized Representation of Generator Excitation Power Requirements.* - « IEEE Trans., Power Apparatus and Systems », Vol. PAS-91, n. 5, September/October 1972.

[32] P. THULLEN, J.L. SMITH, JR. J.L. KIRTLEY, JR.: *Superconductors in Large Synchronous Machines.* - « Edison Electric Institute Research Progress Report, Project RP-92 », February 15, 1972.

[33] *Research on Superconductors Could Lead to Generators of Greater Capacity, Lower Cost.* - « EEI Bulletin », Vol. 40, N. 2, March/April 1972.

[34] J.L. SMITH, JR., J.L. KIRTLEY, JR., H.H. WOODSON: *MIT-EEI Program on Large Superconducting Synchronous Machines.* - « Proceedings of the 1972 Applied Superconductivity Conference », May 1-3, Annapolis, Maryland, « IEEE Publication N. 72CH0682-5-TABSC ».

[35] J.P. KELSEY: *A static Analysis of a Synchronous Transformer.* - « MIT S.M. thesis », May 1972.

[36] A. BEJAN: *Superconductive Field Winding for a 2 MVA Synchronous Generator.* - « MIT S.B. and S.M. thesis », May 1972.

[37] P. THULLEN, J.L. SMITH, JR., J.L. KIRTLEY, JR.: *Superconductors in Large Synchronous Machines.* - « Edison Electric Institute Research Progres Repor, Project RP-92t », September 15, 1972.

[38] C. CLAUDET, L. SENET: *Current Leads for 4.2 K Cryostat.* - « Cryogenics », Vol. 13, January 1973.

[39] B.B. GAMBLE: *Design and Construction of Refrigerant and Electrical Connections to a Superconducting Rotor.* - « MIT S.M. thesis », January 1973.

[40] T.A. KEIM: *Design and Construction of an Excitation System for a Superconducting Alternator.* - « MIT Sc.D. thesis », January 1973.

[41] T.H. EINSTEIN: *Magnetic Energy Storage in Synchronous Machines.* - « IEEE Trans. Power Apparatus and System », Vol. PAS-92, N. 1, January/February, 1973.

[42] J. K. HULM, E.F. MCCANN, C.J. MOLE, J.H. PARKER: *Development of a 5 MVA Superconducting Generator: general aspect.* - « IEEE Winter Power Meeting, New York », January 28-February 2, 1973, paper C. 73-259-9.

[43] W.C. BRENNER, D.W. DEIS, R.F. EDWARDS, H.E. HALLER, C.J. MOLE, C.C. STERRETT, M.S. WALKER, L.N. WEDMAN: *Development of a 5 MVA Superconducting Generator: electrical design and performance.* - « IEEE Winter Power Meeting », New York, January 28 - February 2, 1973, paper C 73-245-8.

[44] T.J. FAGAN JR., D.C. LITZ, J.H. MURPY, A. PATTERSON, C.C. STERRETT, D.R. STORNER, A. ULKE: *Development of a 5 MVA Superconducting Generator: mechanical and cryogenic design.* - « IEEE Winter Power Meeting », New York, January 28 - February 2, paper C 73-255-7.

[45] Y. W. CHANG, C.K. JONES, S. KARPATHY, D.C. LITZ, A. PATTERSON, M.S. WALKER: *Development of a 5 MVA Superconducting Generator: Testing and evaluation.* - « IEEE Winter Power Meeting », New York, January 28 - February 2, 1973, paper C. 73-261-5.

[46] R. AGSTEIN: *Thermodynamic Optimization of Current Leads into Low Temperature Regions.* - « Cryogenics », Vol. 13, March 1973.

[47] J.L. KIRTLEY, JR., J.L. SMITH, JR.: *A superconducting Synchronous Transformer.* - « IEEE Winter Power Meeting », New York, January 28-February 2, 1973, C73 138-5.

[48] *Research on Use of Superconductors in Large Synchronous Machines Continues at MIT.* - « EEI Bulletin », Vol. 41, N. 2, March/April 1973.

[49] K.A. DENIZMEN: *Analysis of a Superconducting Generator for Ship Propulsion.* - « MIT S.M. thesis », May 1973.

[50] J.L. KIRTLEY, JR.: *Per-Unit of Superconducting Synchronous Machinery.* - « IEE Trans. Power Apparatus and Systems », Vol. PAS-92, N. 4, July/August 1973.

[51] J.L. KIRTLEY, JR., J.L. SMITH, JR., P. THULLEN, H.H. WOODSON: *MIT EEI Program on Large Superconducting.* - « IEEE Trans. Power Apparatus and Systems », N. 4, July/August 1973.

[52] P. THULLEN, A. BEJAN, B. GAMBLE, J.L. KIRTLEY, JR., J.L. SMITH, JR. - *MIT-EEI Superconducting Synchronous Machine.* - « Advances in Cryogenic Engineering », Vol. 18, Plenum Press 1973.

[53] L. BRANDEL: *Measurement of Transient Voltages on a Superconducting Alternator.* - « MIT S.B. theis », May 1973.

[54] R.T. VON HAGEN: *Design and Construction of Experimental Superconducting Current Leads and Vacuum Housting.* - « MIT S.B. thesis », May 1973.

[55] J.M. SOLAN: *Application of Superconducting Motors to Super Cavitating Hydrofoil Propulsion.* - « MIT S.M. thesis », June 1973.

[56] J.L. SMITH, JR.: *Application of Superconductors to Motors and Generators.* - « The Science and Technology of Superconductivity », Vol. II, Gregory, Mathews and Edelsack, eds., Plenum Press 1973.

[57] P. THULLEN, J.L. SMITH, JR., W.D. LEE: *The Design and Testing of a Rotatable Liquid Helium Transfer Coupling for Use at 3 600 RPM.* - « Paper N. 1.20, Progress in Refrigeration Science and Technology », Vol. 1, Proceedings of the XIIIth International Congress of Refrigeration, Avi Publishing Co., Westport, Conn., 1973.

[58] J.L. SMITH, JR.: *Superconducting Apparatus with Double Armature Structure.* - « U.S. Paten N. 3,742,265 », June 26, 1973.

[59] J.L. SMITH, JR.: *High Voltage Oil Insulated and Cooled Cooled Armature Windigs.* - « U.S. Patent », N. 3, 1973.

[60] .L. SMITH, JR. J.L. KIRTLEY, JR.: *Polyphase Synchronous Alternators Having a Controlled Voltage Gradient Armature Winding,* « U.S. Patent », N. 3, 743, 875, July 3, 1973.

[61] M.M. STEEVES: *A Modified Gramme Ring Armature for a High Voltage Superconducting Alternator,* « MIT S.M. thesis », August 1973.

[62] P. THULLEN: *Superconductors in Large Synchronous Machines,* « Edison Electric Institutte Abridged Research Progress, Report, Project RP-92 », September 10, 1973.

[63] D.L. LUCK P. THULLEN: *Double Shielded Superconducting Field Winding.* - « U.S. Patent », N. 3, 764, 835, October 9, 1973.

[64] J.L. SMITH, JR., J.L. KIRTLEY, JR., T.A. KEIM, P. THULLEN: *Superconducting Electrical Machines for Ship Propulsion.* - « Research Progress Report to Office of Naval Research », October 15, 1973, Contract N. N0014 - 67 - A - 0204 - 0068.

[65] H.H. WOODSON: *Eddy-Current Shield Superconducting Machine.* - « U.S. Patent », N. 3,772,543, November 13, 1973.

[66] J.L. SMITH, JR., P. THULLEN, J.L. KIRTLEY, JR.: *Stator Structure for Electrical Machines.* - « U.S. Patent ». N. 3,781,578, December 25, 1973.

[67] C. MONTI, A. MORINI, G. PASOTTI, G. VECA: *Determinazione della distribuzione di corrente negli induttori di turboalternatori con avvolgimenti superconduttivi.* - « Atti e Memorie della Accademia Patavina di Scienze, Lettere ed Arti », Vol. LXXXVI, (1973-74), parte II.

[68] T.A. KEIM: *Transient Heating of Superconducting Alternator Rotors Due to Field Current Changes.* - « IEEE Conference Paper », N. C74 253-1.

[69] J.V. MINERVINI: *Analysis and Design of Multipole Superconducting Rotating Electric Machines.* - « MIT S.M. thesis », January 1974.

[70] J.L. KIRTLEY, JR.: *Surface Coefficient for Multipole Magnetic Field Boundary Condition Problems.* - « IEEE Winter Power Meeting », New York, January 27 - February 1, 1974, paper N.T. 74 212-7.

[71] J.L. SMITH, JR. T.A. KEIM: *Applications of Superconductivity to AC Rotating Machines.* - « Superconducting Machines and Devices », S. Foner and B.B. Schwartz, Ed., Plenum Press, New York 1974.

[72] *Superconductors in Large Synchronous Machines.* - « Electric Power Research Institute Quarterly Progress Report ». - Research Projetc RP 92-2, January - March 1974.

[73] A. BEJAN, J.L. SMITH, JR.: *Thermodynamic Optimization of Mechanical Supports for Cryogenic Apparatus.* - « Cryogenics », Vol. 14, N. 3, March 1974, pp. 158-163.

[74] M.J. MANZ: *Construction of Superconducting Field Coils.* - « MIT S.M. thesis », May 1974.

[75] W.M. DUBBS, JR.: *Properties of Engineering Materials for Use in Rotating Machinery at Cryogenic Temperatures.* - « MIT S.M. thesis », May 1974.

[76] W.K. ASAMOAH: *Design of a Voltage-limiting Device Using SiC Non-linear Resistor.* - « MIT S.B. thesis », May 1974.

[77] P.A. MATERNA: *Behaviour of Cryogenic Current Leads Made of Copper and Superconductor.* - « MIT S.B. thesis », May 1974.

[78] J.L. SMITH, JR., P. THULLEN: *Rotor Structure for Supercooled Field Winding.* - « U.S. Patent », N. 3,816,780, June 11, 1974.

[79] A. BEJAN: *Material Section for the Torque Tubes of Large Superconducting Rotating Machinery.* - « Cryogenics », Vol. 14, N. 6, June 1974, pp. 313-315.

[80] *Superconductors in Large Synchronous Machines.* - Electric Power Research Institute Quarterly Report Progress Report, Research Project 92-2, April-June 1974.

[81] C. MONTI, A. MORINI: *Determinazione dei campi di induttore e di indotto in turboalternatori con avvolgimenti di eccitazione superconduttivi e schermo magnetico esterno.* - « Rapporto interno UPee » 74/10, Luglio 1974.

[82] L.I. CABEZON G.: *Design and Construction of an Electrically Commutated AC Motor with a Fixed Torque Angle.* - « MIT S.M. thesis », July 1974.

[83] M. FURUYAMA: *A Design Concept of a Damper Shield of a Superconducting Alternator.* - « MIT S.M. thesis », August 1974.

[84] R.K. GOTO: *Electrical and Mechanical Consideration of a 2MVA Superconducting Synchronous Machine Operating as a Generator.* - « MIT S.M. thesis », August 1974.

[85] G. YENETCHI: *Thermal and Mechanical Desin for an Armature for a Superconducting Generator.* - « MIT S.M. thesis », August 1974.

[86] *Superconductors in Large Synchronous Machines.* - « Electric Power Research Institute Qarterly Progress Report », Research Projct RP92-2, July-September 1974.

[87] J.L. SMITH, JR., T.A. KEIM: *Superconducting Electrical Machines for Ship Propulsion.* - « Research Progress Report to Office of Naval Research », Contract N. N0014-67-A-0204-0068, October 22, 1974.

[88] D. HAMBLEN: *Hunting Oscillations in Superconducting Alternators.* - « IEEE Conference Paper », N. C 75 145-8.

[89] J.L. SMITH, JR., P. THULLEN: *Relatively Rotatable Cryogenic Transfer System.* - « U.S. Patent », N. 3, 845, 639, November 5, 1974.

[90] A. BEJAN, T.A. KEIM, J.L. SMITH, JR., J.L. KIRTLEY, JR., P. THULLEN, G.L. WILSON: *Superconducting Alternator Test Results.* - « Advances in Cryogenic Engineering », Vol. 19, Plenum Press 1974.

[91] B.B. GAMBLE, J.L. SMITH, JR., P. THULLEN: *Analysis of Cryogenic Current Leads with Normal Conductors and Superconductors in Parallel.* - « Advances in Cryogenic Engineering », Vol. 19, Plenum Press 1974.

[92] N. DAGALAKIS: *Electromechanical Design for an Inertial Spool Superconducting Generator.* - « MIT Ph. D. thesis », November 1974.

[93] J.L. KIRTLEY, JR., M.M. STEEVES: *Toroidal Winding Geometry for High Voltage Superconducting Alternators.* - « IEEE Trans. Power Apparatus and Systems », Vol. PAS-93, N. 6, November/December 1974.

[94] R.W. STECHER: Flow Instability in Gas-Cooled Current *Leads.* - « MIT S.M. thesis », December 1974.

[95] A. BEJAN: *Improved Thermal Design of the Cryogenic Cooling System for the Rotor of a Superconducting Generator.* - « MIT Ph. D. thesis », December 1974.

[96] G. RUELLE: *Main problems encountered in the study of cryogenic generators.* - « Cryogenics », February 1975.

[97] J.L. SMITH, JR., J.L. KIRTLEY, JR., P. THULLEN: *Superconducting Rotating Machines.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol. MAG-11, N. 2, March 1975.

[98] J.L. KIRTLEY, JR., N. DAGALAKIS: *Protection of Superconducting Field Windings for Electrical Machines by the use of an Inertial Free Electromechanical Shield.* - « IEEE Trans. on. Magnetics », Vol. MAG-11, N. 2, March 1975.

[99] L. BOYER, J.P. CHABRERIE, A. MAILFERT, M. RENARD: *Superconducting Three Elements Synchronous a.c. Machine.* - « IEEE Trans. an Magnetics », Vol. MAG 11 N. 2, March 1975.

[100] I.A. GLEBOV: *Superconducting Magnetic Systems and Electrical Machines.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol. MAG 11, N. 2, March 1975.

[101] T.H. GEBALLE, J.K. HULM: *Superconducting Materials up to Now and into the Future.* - « IEEE Trans. on. Magnetics », Vol. MAG 11, N. 2, March 1975.

[102] Y. IWASA: *Recent Developments in Multifilmant V_3G_a and Nb_3 Sn Wires in Japan.* - « IEEE Trans on Magnetics », Vol. MAG 11, March 1975.

[103] R.M. SCANLAN, W.A. FIETZ: *Multifilamentary Nb_3 Sn for Superconduncting Generator Applications.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol MAG 11, N. 2, March 1975.

[104] P. THULLEN, T.A. KEIM, and J. MINERVINI: *Multipole Superconducting Electric Motors for Ship Propulsion.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol. MAG-11, N. 2, March 1975.

[105] P. THULLEN, R.W. STECHER, A. BEJAN: *Flow Instabilities in Gas-Cooled Cryogenic Current Leads.* - « IEEE Trans. on Magnetics. - Vol. MAG-11, N. 2, March 1975.

[106] J.H. PARKER, JR., R.D. BLAUGHER, A. PATTERSON, P.D. VECCHIO, J.L. MCCABRIA: *A High Speed Superconducting Rotor.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol. MAG-11, N. 2, March 1975.

[107] M. FURUYAMA, J.L. KIRTLEY, JR.: *Transient Stability of Superconducting Alternators.* - « IEEE Trans. Power Apparatus and Systems », Vol. PAS-94, N. 2, March/April 1975.

[109] J.L. KIRTLEY, JR., M. FURUYAMA: *A Design Concept for Large Superconducting Alternators.* - « IEEE Trans. Power Apparatus and Systems », Vol. PAS-94, N. 4, July/August 1975.

[110] N. DAGALAKIS, J.L. KIRTLEY: *Inertial Shielding of Superconducting Rotors.* - « IEEE Conference Paper », A 75 577-7.

[111] T.H. EINSTEIN, T.A. KEIM: *Effect of Field Winding Electromagnetic Shield on the Excitation Requirements of a Superconducting Alternator.* - « IEEE Conference Paper » A 75 578-5.

[112] *Superconductors in Large Synchronous Machines.* - « Electric Power Research Institute Quarterly Progress Report », Research Project RP92-2, January - March 1975.

[113] *Superconductors in Large Synchronous Machines.* - « Electric Power Research Institute Research Progress Report, Final Report. Research Project RP 92-2, April 1975.

[114] A. BEJAN: *Discrete Cooling of Low-Heat Leak Supports to* 4.2 °K. - « Cryogenics », Vol. 15, N. 5, May 1975.

[115] *Superconductors in Large Synchronous Machines.* - « Electric Power Research Institute Quarterly Progress Report », Research Project RP92-2, April - June 1975.

[116] D.M. REYNERSON: *A Superconducting Synchronous Torque-Compensated Motor for Naval Applications.* - « MIT S.M. thesis », June 1975.

[117] *Superconductors in Large Synchronous Machines.* - « Electric Power Research Institute Annual Progress Report », Executive Summary, Research Project RP 92-2, June 1975.

[118] *Superconductors in Large Synchronous Machines.* - « Electric Power Research Institute Annual Progress Report », Reearch Project RP 92-2, June 1975.

[119] A. BEJAN, J.L. SMITH, JR.: *Heat Exchangers for Vapor - Cooled Conducting Supports of Cryostats.* - « Cryogenic Engineering Conference », Kingston, Ontario, Canada, July 22, 1975.

[120] M.B. KASEN: *Mechanical and thermal properties of filamentary-reinforced structural composites at cryogenic temperatures;* 1 : *Glass reinforced composites.* - « Cryogenics », June 1975.

[121] *Superconducting Electric Machines for Ship Propulsion.* - « Research Progress Report to Office of Naval Research », August 6, 1975. Contract N. 00014-75-C-0497.

[122] J.K. HOFFER, E.C. KERR, H.L. LAQUER: *Stabilizing superconductors for power engineering applications.* - « IEEE Trans., Vol. PAS-94, N. 6 - Nov.-Dec. 1975.

[123] M.B. KASEN: *Mechanical and thermal properties of filamentary-reinforced structural composites at cryogenic temperatures* 2: *Advanced composites.* - « Cryogenics », December 1975.

[124] S.H. TAN.: *A design of superconducting generators with wound electro-thermal shield.* - « MIT S.M. thesis », January 1976.

[125] B.W. BIRMINGHAM, C.N. SMITH: *A survey of large scale applications of superconductivity in the U.S..* - « Cryogenics », February 1976.

[126] C. MONTI, A. MORINI, B. VERDE: *Steady State Analysis of the Magnetic Fields and Eddy Currents in the Rotating screen of a Superconucting Machine.* - « Archiev für Elektrotechnik », Vol. 57, n. 6, 1976.

[127] P. DEL VECCHIO, C. MONTI, A. MORINI, G.M. VECA: *Comportamento a regime dello schermo rotante di alternatori con avvolgimento di eccitazione superconduttivi.* - « Atti e Memorie dell'Accademia Patavina di Scienze, Lettere ed Arti, Vol. LXXXVIII (1975-76), parte II.

[128] A. BEJAN: *Refrigeration for rotating superconducting windings of large ac electric machines.* - « Cryogenics », March 1976.

[129] G.J. Shevchuk: *Mechanical design of electromagnetic shields for superconducting rotors.* - « MIT Ph. D. thesis », April 1976.

[130] T.J.E. Miller, P.J. Lawrenson: *Penetration of transient magnetic fields through conducting cylindrical structures with particular reference to superconducting a.c. machines.* - « Proc. IEE », Vol. 123, N. 5, May 1976.

[131] G. Bogner: *Research at Siemens Laboratories on large scale applications of superconductivity.* - « Cryogenics », May 1976.

[132] S. Akiyama, H. Fujino, A. Ishihara, K. Veda, M. Nishio, Y. Shindo, H. Fujii: *The model rotor for the 6 MVA superconducting generator.* - « VI Int. Cryogenic Engineering Conference », Grenoble, May 1976.

[133] L. Boyer, J.P. Chabrerie, M. Kordab, A. Mailfert: *A twrnty-pole supercoducting field winding.* - VI Int. Cryogenic Engineering Conference », Grenoble, May 1976.

[134] Y. Brunet, G. Faure Brac, P. Gianese, C. Pinet: *Design and tests of liquid helium rotating cryostat.* - « VI Int. Cryogenic Engineering Conference » - Grenoble, May 1976.

[135] L.E. Haseler, A. Ball, R.G. Scurlock: *Experiments an helium refrigerant at high speed of rotation.* - « VI Int. Cryogenic Engineering Conference », Grenoble, May 1976.

[136] F.R. Fickett: *Structural materials for cryogenic applications.* - « VI Int. Cryogenic Engineering Conference », Grenoble, May 1976.

[137] A. Hofmann: *Thermally induecd convection of helium in a rotating frame.* - « VI Int. Cryogenic Engineering Conference », Grenoble, May 1976.

[138] L. Sabrie: *Research and development of cryoalternators for large electrical power system.* - « VI Int. Cryogenic Engineering Conference », Grenoble, May 1976.

[139] J. Thoris, J.C. Bobo: *Low temperature mechanical properties of insulating materials.* - « VI Int. Cryogenic Enigneering Conference », Grenoble, May 1976.

[140] G.K. Thornton: *The solution of the steady - state and transient behaviour of a rotating helium filled thermosiphon loop.* - « VI Int. Cryogenic Engineering Conference », Grenoble, May 1976.

[141] C. Kinsley, G.L. Wilson, J.L. Kirtley Jr., T.A. Keim, J.L. Smith Jr., P. Thullen: *Steady-state electrical tests on the MIT - EPRI 3 MVA Superconducting generator.* - « IEEE Trans. », Vol PAS-95, N. 3, May-June 1976.

[142] K.A. Tepper: *An experimental liquid helium system for a high - tip speed superconducting generator.* - « MIT S.M. thesis », June 1976.

[143] A. Bejan, P. Thullen: *Thermal performance of the rotor of the MIT-EPRI 3 MVA superconducting alternator.* - « Applied Superconductivity Conference », Stanford, August 1976.

[144] A. Bejan, M.O. Hoenig: *Method for estimating the refrigeration costs of supercritical helium cooled cabled superconductors.* - « Applied Superconductivity Conference », Standford, August 1976.

[145] J.R. Bumby: *The influence of system operating conditions on the rotor screen design of superconducting AC generators.* - « Int. Conference Electr. Machines. Wien 13-15 Sept. 1976.

[146] E. Chiricozzi, O. Honorati, G.M. Veca: *About the transient behaviour of a superconducting turbogenerator.* - Intern. Conference Electr. Machines - Wien 13-15 Sept. 1976.

[147] P.J. Lawrenson, T.J.E. Miller, J.M. Stephenson, A.H. M.S. Ula: *Damping and screening properties of superconducting AC generators with double rotor screens.* - « Conference Electr. Machines », Wien 13-15 Sept. 1976.

[148] S.H. Ross: *The Engineering Design of Large Superconducting AC Generators.* - « Int. Conference Electr. Machines », Wien 13-15 Sept. 1976.

[149] A. Bejan, P. Thullen: *Thermal Performance of the Rotor of the MIT-EPRI 3 MVA Superconducting Alternator.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol. MAG-13, N. 1, Jan. 1977.

[150] R.D. Blaugher, J.H. Parker Jr., J.L. Mc Cabria: *High Speed Superconducting Generator.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol. MAG-13, N. 1, Jan. 1977.

[151] T.E. Laskaris: *A Two-Phase Cooling System for Superconducting AC Generator Rotors.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol. MAG-13, N. 1, Jan. 1977.

[152] J.L. Smith Jr., G.L. Wilson, J.L. Kirtley Jr., T.A. Keim: *Results from the MIT-EPRI 3 MVA Superconducting Alternator.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol. MAG-13, N. 1, Jan. 1977.

[153] C.E. Oberly: *Air Force Applications of Lightweight Superconducting Machinery.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol. MAG-13, N. 1, Jan. 1977.

[154] M. Rabinowitz: *Superconducting Generators for Utility Power Systems.* - « IEEE Trans. on Magnetics », Vol. MAG-13, N. 1, Jan. 1977.

[155] E. Fornasieri, C. Monti, A. Morini, M. Rizzi, R. Zecchin: *Electromagnetic and thermal behaviour of the rotating double shield of a superconducting alternator.* - Lavoro inviato al « World Electrotechnical Congress », Mosca 21-25 Giugno 1977.

[156] R. Camporese, E. Fornasieri, A. Morini, R. Zecchin: *Thermal problems in the rotor of a superconducting alternator.* - Lavoro inviato alla « VI Intern. Conference on Magnet Technology », Bratislava, settembre 1977.

AEI

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

Rendiconti di Simposi organizzati da Sezioni e da Gruppi specialistici

1. Simposio: « L'Elettronica a bordo delle navi » (Trieste, 25-27 giugno 1969). L. 2000.
2. Simposio: « Radioaiuti alla navigazione marittima e aerea » (Trieste, 24-26 giugno 1971). L. 4000.
3. *Simposio sui trasformatori* (Capri, 30 maggio-1 giugno 1972).
4. Simposio: « Sistemi interconnessi di elaborazione dati » (Trieste, 23-26 maggio 1973). L. 3500.
5. *Simposio sui motori lineari* (Capri, 19-21 giugno 1973).
6. Tavola rotonda: « Tendenze evolutive dei ricevitori video » (Roma, 18 settembre 1974). L. 2500.
7. *Simposio sugli impianti di terra* (Palermo, 23-25 gennaio 1975).
8. *Giornate di studio*: « *Tecniche e componenti per circuiti integrati ibridi* » (Milano, 6-7 marzo 1975).
9. *Giornata di studio*: « *La sicurezza degli impianti elettrici nelle costruzioni civili* » (Catania, 21 maggio 1975).
10. *Simposio sulla evoluzione della dinamica delle macchine elettriche rotanti* (Tirrenia, 27-29 maggio 1975).
11. *Simposio*: « *Satelliti e telecomunicazioni* » (Trieste, 25-27 giugno 1975).
12. Tavola rotonda: « Produzione di energia elettrica con mezzi non tradizionali » (Bari, 29 settembre 1975). L. 3000.
13. Tavola rotonda: « Sistemi di trasmissione utilizzanti onde elettromagnetiche » (Bari, 30 settembre 1975). L. 4500.
14. *Giornata di studio*: « *Affidabilità dei nuovi dispositivi a semiconduttore* » (Milano, 27 ottobre 1975).
15. *Giornata di studio*: « *I circuiti integrati complessi: tecnologie e applicazioni* » (Genova, 21 novembre 1975).
16. Simposio: « Ingegneria dei sistemi » (Roma, 11-12 dicembre 1975). L. 4500.
17. Tavola rotonda: « Problemi tecnici relativi alla diffusione di programmi televisivi e sonori a mezzo di cavi » (Roma, 14 marzo 1975) (disponibile presso la Sezione AEI di Roma).
18. *Giornata di studio*: « *Macchine ed apparecchi elettrici a sicurezza aumentata. Impiego negli impianti per luoghi con pericolo di esplosione o incendio* » (Milano, 28 aprile 1976).
19. Giornata di studio: « Le applicazioni del microscopio elettronico allo studio dei materiali e dei dispositivi » (Milano, 7 giugno 1976). L. 4000.
20. *Giornate di studio*: « *Livelli massimi delle correnti di corto circuito nei sistemi italiani di distribuzione* » (Milano, 10-11 giugno 1976).
21. Tavola rotonda: « Sistemi di telecomunicazione nei trasporti terrestri, marittimi ed aeronautici » (Sorrento, 21 settembre 1976). L. 10 000.
22. Tavola rotonda: « Trasmissione di informazioni scritte visualizzate su ricevitori televisivi » (Sorrento, 22 settembre 1976). L. 10 000.
23. Giornata di studio: « *Il riconoscimento di conformità alle Norme per i prodotti e gli impianti elettrici a destinazione civile* » (Milano, 7 giugno 1977). L. 4000.
24. Simposio: « *L'elaboratore elettronico nella strumentazione biodemica* » (Trieste, 29-30 giugno e 1 luglio 1977) L. 10 000.
25. Tavola rotonda: « *Nuovi orientamenti nel campo dei trasduttori elettro-ottici per la ripresa e la presentazione delle immagini* » (Como, 20 settembre 1977) L. 10 000.
26. Giornata di studio: « *Il veicolo elettrico stradale. Situazione e prospettive nel quadro dei problemi energetici* » (Milano, 26 ottobre 1977) L. 6 500.

N.B. - In corsivo: pubblicazioni esaurite.

LA SCELTA AUTOMATICA DELLA RAPPRESENTAZIONE ANALITICA OTTIMALE DELLE CURVE DI PRIMA MAGNETIZZAZIONE DEI MATERIALI FERROMAGNETICI

E. CHIRICOZZI (*) - S. FRANCO (**)

L'articolo presenta un semplice metodo che consente la scelta automatica della rappresentazione analitica ottimale della curva di prima magnetizzazione di diversi tipi di materiali ferromagnetici.

Come criterio di valutazione per la scelta ottimale gli autori fanno riferimento al concetto di fattore di merito in stretta relazione al suo significato fisico e all'introduzione di « punti base » scelti in funzione del numero delle costanti da determinare.

Il metodo viene illustrato applicandolo ad alcuni tipi di materiali ferromagnetici.

1. - Introduzione.

L'elevato sfruttamento magnetico, in particolare degli alternatori di grande potenza, rende più complicato il compito del progettista, ad esempio in quella speciale fase del calcolo che è il tracciamento della caratteristica magnetica a vuoto della macchina.

D'altra parte lo studio del campo magnetico nelle macchine elettriche, mediante l'impiego di metodi numerici ha riproposto, in forma più attuale, il problema della simulazione, con leggi analitiche, del legame di tipo non lineare che intercorre tra induzione e forza magnetica.

Si ritiene pertanto utile disporre di relazioni analitiche che esprimano la non linearità dei materiali ferromagnetici e che possano essere inserite, ancor meglio di tabulati, in un programma di calcolo.

2. - Considerazioni analitiche sul legame B-H.

Il legame intercorrente tra i valori della forza magnetica H e i valori della corrispondente induzione B, ove il mezzo in cui si svolge il campo sia ferromagnetico, è rappresentato dal ciclo di isteresi. Come però è noto, moltissimi materiali hanno un ciclo di isteresi molto « stretto » ,qualità questa che si tende ad esaltare il più possibile nei materiali destinati alla costruzione di parti di macchina interessate da flussi magnetici variabili nel tempo. Infatti poichè le perdite per isteresi, nei pacchi laminati, possono essere rilevanti rispetto a quelle per correnti parassite, si pensa che, allo stato attuale delle cose, migliorare la qualità di un lamierino magnetico voglia dire innanzitutto ottenere cicli di isteresi sempre più stretti. In base a quanto detto il legame B-H può essere rappresentato dalla curva luogo dei vertici dei cicli di isteresi simmetrici che si sono fatti compiere al materiale per valori massimi della forza magnetica via via crescenti, ovvero dalla curva normale di magnetizzazione, che per le ragioni che sono note viene identificata con la curva di prima magnetizzazione.

In ultima analisi il legame B-H è rappresentato dalla curva normale di magnetizzazione del materiale, la quale viene rilevata sperimentalmente su provini e normalmente dal fornitore è data in veste di grafico o di tabella numerica.

Dall'esame del grafico della curva normale di magnetizzazione si possono rilevare le condizioni alle quali deve soddisfare la funzione $B = B(H)$, nonchè talune proprietà di detta funzione. E' da dire subito che l'intervallo di valori di H in cui il grafico è noto, è limitato, e quindi i rilievi circa le caratteristiche della funzione devono a rigore essere ritenuti validi solo in detto intervallo. Ma alcune affermazioni possono essere ritenute valide anche al di fuori dell'intervallo in cui il grafico è noto, e ciò per ragioni essenzialmente legate alla natura fisica delle grandezze in esame.

E' evidente ad esempio che il carattere di corrispondenza biunivoca tra H e B si può pensare esista in tutto l'intervallo $-\infty < H < +\infty$, e che la funzione $B(H)$ ammetta l'esistenza ovunque della sua inversa $H(B)$.

Allo stesso modo si vede che nell'intervallo $-H_m$, $+H_m$ la funzione $B(H)$ è continua ed inoltre è sempre crescente; è lecito pensare che tali caratteri continueranno ad essere mantenuti almeno in tutto l'intervallo di valori di H che occorrerà considerare, anche al di fuori del campo di possibile sperimentazione.

Altre osservazioni che possono farsi circa la funzione $B(H)$ sono le seguenti: la curva passa per

(*) Enzo Chiricozzi, Istituto di Elettrotecnica, Facoltà di Ingegneria dell'Università dell'Aquila.

(**) Salvatore Franco, Istituto di Elettrotecnica, Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma.

l'origine ed è simmetrica rispetto ad essa, è quindi una funzione dispari di H, tale che:

$$B(-H) = -B(H)$$

e quindi

$$B^{(2n)}(-H) = -B^{(2n)}(H), \qquad B^{(2n)}(0) = 0$$

Considerando l'intervallo positivo di H si vede che oltre che nell'origine, presenta un flesso anche in un punto (H_1, B_1), entrambi con tangente non nulla. E' possibile anche l'esistenza di altri punti di flesso successivi ad H_1, a seconda del tipo di materiale (Fig. 1).

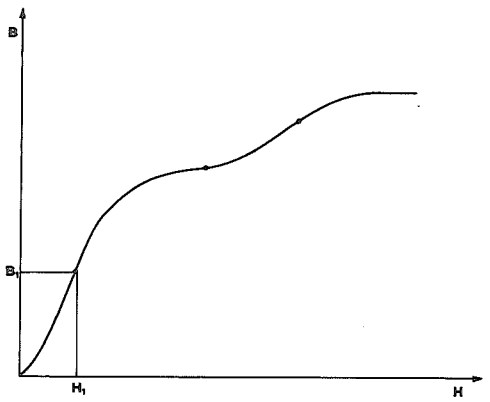


Fig. 1. — Andamento di una curva di prima magnetizzazione con più punti di flesso.

Il legame B-H può essere espresso in forma analitica scrivendo lo sviluppo in serie di Mac-Laurin della funzione $B(H)$, la cui forma è:

$$B(H) = \sum_{i=1}^{n} \frac{B^{(2i-1)}(0)}{(2i-1)!} \cdot H^{(2i-1)}$$

Per le derivate successive di $B(H)$ si hanno le due seguenti espressioni, secondo che l'ordine di derivazione sia dispari o pari:

$$B^{(k_1)}(H) = \sum_{i=\frac{k_1+1}{2}}^{n} \frac{B^{(2i-1)}(0)}{(2i-k_1-1)!} \cdot H^{(2i-k_1-1)}$$

$$(k_1 = 1, 3, 5, \ldots.)$$

$$B^{(k_2)}(H) = \sum_{i=\frac{k_2+1}{2}}^{n} \frac{B^{(2i-1)}(0)}{(2i-k_2-1)!} \cdot H^{(2i-k_2-1)}$$

$$(k_2 = 2, 4, 6, \ldots.)$$

Determinando quindi le costanti in base alle condizioni rilevate dal grafico, e imponendo che siano soddisfatte le proprietà di cui si è detto sopra, si ottiene la voluta relazione analitica tra B e H.

Bisogna però dire che l'espressione ora esaminata della funzione $B(H)$ è analiticamente corretta, ma è di forma tutto altro che semplice, poichè non sempre è possibile risalire dallo sviluppo polinomiale alla espressione definita della funzione da cui tale sviluppo discende. E' noto che la semplicità matematica è una delle caratteristiche richieste alla espressione della funzione $B(H)$.

Ai fini pratici infatti interessa avere non l'esatto legame analitico tra B e H, ma una relazione che descriva l'andamento della curva, entro l'intervallo che interessa, in forma semplice e che dia dei risultati con una approssimazione che non v'è motivo di volere più spinta di quella entro la quale sono garantiti i risultati delle misure.

Varie espressioni sono state date da più autori e verranno esaminate nel n. 4.

3. - Scelta di un criterio per la valutazione dell'approssimazione.

Il modo con cui viene approssimata la caratteristica B-H dipende essenzialmente, come si è detto, da motivi pratici e pertanto dovrebbe avere le seguenti caratteristiche:

1) rappresentare con una sola funzione l'intero campo, dalla origine alla saturazione, e con una espressione analitica per quanto possibile semplice;

2) essere affetto da errori che siano dello stesso ordine di grandezza di quelli con cui vengono garantiti i valori sperimentali di B e di H;

3) rendere minimo il tempo di calcolo.

La semplicità della rappresentazione analitica può tornare a scapito della bontà dell'approssimazione, da qui la necessità di un criterio per la valutazione della stessa. Si potrebbe applicare, ad esempio, il criterio di Gauss, secondo il quale la migliore simulazione è quella che minimizza la seguente grandezza:

$$\Omega = \frac{\sum_{i=1}^{N} (B_i - B_i')^2}{N-n}$$

in cui

B_i = valore sperimentale di B
B_i' = valore calcolato con l'espressione analitica
N = numero delle coppie di valori B, H
n = numero dei parametri che figurano nell'espressione analitica.

Tale metodo [6] comporta un notevole tempo di calcolo e si ritiene fondato introdurre come criterio di valutazione della bontà della rappresentazione analitica del legame $B = B(H)$ il fattore di merito K_1 [1].

Stabilito, fissandone i punti estremi $A(H_A, B_A)$ e $C(H_C, B_C)$, il tratto della curva sperimentale $f_1(H)$ che interessa per la valutazione dell'errore che si commette considerando, al posto della curva sperimentale, la caratteristica teorica $f_2(H)$, si definisce « l'area d'errore » relativa alla sostituzione di $f_1(H)$ con $f_2(H)$ (Fig. 2):

$$(1) \qquad f = \left| \int [f_1(H) - f_2(H)]\, dH \right|$$

e l'area di errore che si avrebbe ove si approssimasse la $f_1(H)$ con una retta congiungente i punti A e C, e questa è l'area di errore più grande:

$$F_1 = \left| \int f_1(H)\, dH - 1/2 \cdot \right. \\ \left. \cdot [f(C) + f(A)]\, (H_C - H_A) \right| \tag{2}$$

Il fattore di merito è definito dalla seguente espressione:

$$K_I = \frac{f}{F_1} \tag{3}$$

ovvero è il rapporto tra le misure in area dell'errore effettivo e dell'errore massimo definito dalla (2).

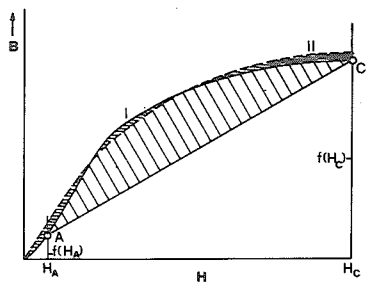


Fig. 2. — Definizione del fattore di merito [1].

Tuttavia se il punto A viene fatto coincidere con l'origine e il punto C con il punto corrispondente alla saturazione, $C(H_s, B_s)$, come si è fatto in questo lavoro, il fattore di merito definito dalla (3) assume un ben preciso significato fisico, come si può dimostrare con considerazioni di carattere energetico. Infatti si definiscono le seguenti grandezze:

$$W_1' = \int_0^{H_s} f_1(H)\, dH = B_s H_s - W_1$$

$$W_2' = \int_0^{H_s} f_2(H)\, dH = B_s H_s - W_2 \tag{4}$$

$$W = \frac{1}{2} H_s B_s$$

che rappresentano rispettivamente la coenergia secondo la curva sperimentale, e secondo la curva calcolata e l'energia magnetica supponendo la caratteristica lineare, e in cui W_1 e W_2 rappresentano l'energia magnetica impegnata nel caso di curva sperimentale e calcolata rispettivamente. In base alle (4), la (3) può scriversi:

$$K_1 = \frac{W_1' - W_2'}{W_1' - W} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - 1/2\, H_s B_s} \tag{5}$$

Il fattore di merito, come risulta definito dalla (5), è dato dal rapporto tra la differenza di energia da impegnare sostituendo alla curva sperimentale la curva calcolata e la differenza di energia da impegnare ove alla sperimentale venga sostituita la retta congiungente l'origine con il punto di saturazione $C(H_s, B_s)$.

Da tali considerazioni risulta anche giustificata la scelta del punto di saturazione come « punto base » (vedere paragrafo 5) da utilizzare nel metodo di calcolo impiegato e l'accettare scarti percentuali anche elevati nel primo tratto della caratteristica, zona ove la differenza $(W_1 - W_2)$ è minima.

4. - Approssimazione del legame $B = B(H)$ con funzioni analitiche.

La scelta di una funzione analitica per rappresentare il legame $B = B(H)$ dipende innanzitutto dal campo in cui la rappresentazione dovrebbe essere valida. Dall'origine fino al primo punto di misura (che, come si vedrà al n. 5, costituisce uno dei « punti base » del metodo di calcolo adottato) il legame $B = B(H)$ può ritenersi lineare. E' vero che in tal modo si introduce un errore (Fig. 3), tuttavia nella

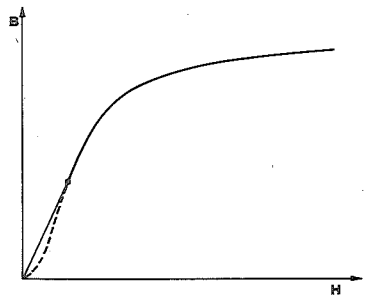


Fig. 3. — Errore introdotto sostituendo l'effettivo andamento della curva dall'origine al primo punto di misura con un tratto rettilineo.

utilizzazione pratica ciò ha una limitata importanza, tenendo conto del fatto che molto raramente si lavora a valori di induzione, nelle parti ferromagnetiche, compresi in detto intervallo della caratteristica di magnetizzazione. Il problema diventa più complicato per la regione della curva che include il ginocchio, e d'altra parte di rado si riesce a trovare una sola funzione con coefficienti o esponenti costanti che possa rappresentare la intera curva con un accettabile valore del fattore di merito. Inoltre per una pratica utilizzazione della rappresentazione analitica, quest'ultima non può essere troppo sofisticata.

Le espressioni analitiche più comunemente impiegate e i valori corrispondenti del fattore di merito sono riportati nella tabella (1).

Per brevità non si riportano tutte le altre possibili espressioni analitiche, ampiamente citate nella letteratura [2-5]. Si vuole far notare però che la valutazione delle costanti, sia con metodi grafici, sia

TABELLA (1)

	Espressione analitica	Metodo per la determinazione delle costanti	Fattore di merito
1)	$B = a H^b$	grafico	0,02 ÷ 0,025
2)	$H = a_0 + a_1 B + a_n B^n$	« curve fitting » (*)	0,01
3)	$B = \frac{H}{a + b H}$	grafico	0,011
4)	$B = B_c e^{\frac{H}{a+bH}}$	« curve fitting » (*)	0,03
5)	$B = a\, tg^{-1}(bH) + c H$	« curve fitting » (*)	0,015

(*) Si intende per « curve fitting » un metodo che consente di rappresentare con una legge analitica una serie di dati rilevati sperimentalmente.

con il « curve fitting method » porta a valori del fattore di merito che non sono mai inferiori a 0,01.

5. - METODO DI CALCOLO PROPOSTO.

Il metodo proposto si basa sostanzialmente sul concetto di « punti base ».

Per punti base si intendono gli effettivi punti della curva sperimentale di magnetizzazione, per i quali si impone che sia verificata la relazione analitica con la quale si vuole rappresentare la caratteristica di magnetizzazione; essi vengono scelti, in funzione del numero delle costanti da determinare, nel seguente ordine:

1) primo punto della curva sperimentale
2) punto di saturazione (ad es. è noto che in saturazione l'andamento della caratteristica magnetica è rettilineo con coefficiente angolare circa pari a μ_0)
3) punto in corrispondenza del quale è nota la pendenza della caratteristica.

Ove il numero delle costanti sia tale da richiedere l'individuazione di un maggior numero di punti base, questi ultimi vengono scelti in corrispondenza di zone sperimentali in cui è minore l'errore di misura.

La valutazione delle costanti che figurano nelle espressioni analitiche scelte per la rappresentazione della curva di magnetizzazione viene fatta, a differenza di altri metodi, fissando innanzitutto il numero di punti base, pari a $(n - 1)$, essendo n il numero delle costanti che figurano nell'espressione analitica in esame. Si procede poi per ogni coppia di valori sperimentali (B, H) alla effettiva valutazione delle costanti, imponendo che la curva passi per gli $(n - 1)$ punti base e per il punto sperimentale (B, H) considerato.

E' possibile allora calcolare il fattore di merito, che durante il procedimento di calcolo viene memorizzato e confrontato con il valore immediatamente precedente.

Esaminate le coppie di dati sperimentali, il metodo fornisce i valori delle costanti che figurano nell'espressione analitica in esame, in corrispondenza del più piccolo fattore di merito calcolato.

Per concretizzare le idee, si consideri l'espressione:

$$B = a H^b \tag{6}$$

Il numero delle costanti da determinare è 2; sarà pertanto necessario fissare un solo punto base. Sia (B_1, H_1) la prima coppia di valori sperimentali; con semplici passaggi si ottiene dalla (6)

$$b = \frac{ln\, B_1 - ln\, B}{ln\, H_1 - ln\, H}$$

$$ln\, a = ln\, B_1 - b\, ln\, H_1$$

Inoltre l'area analitica è data da:

$$A = \frac{a}{b + 1} H^{(b+1)}$$

Con tali relazioni, nelle quali (B, H) è la generica coppia di punti sperimentali, è possibile calcolare il

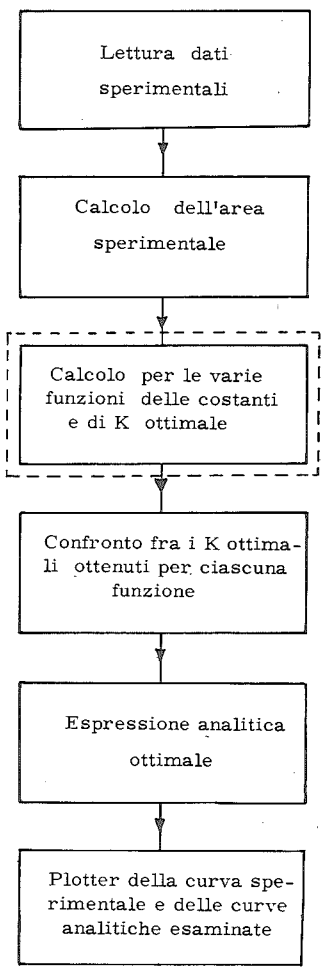
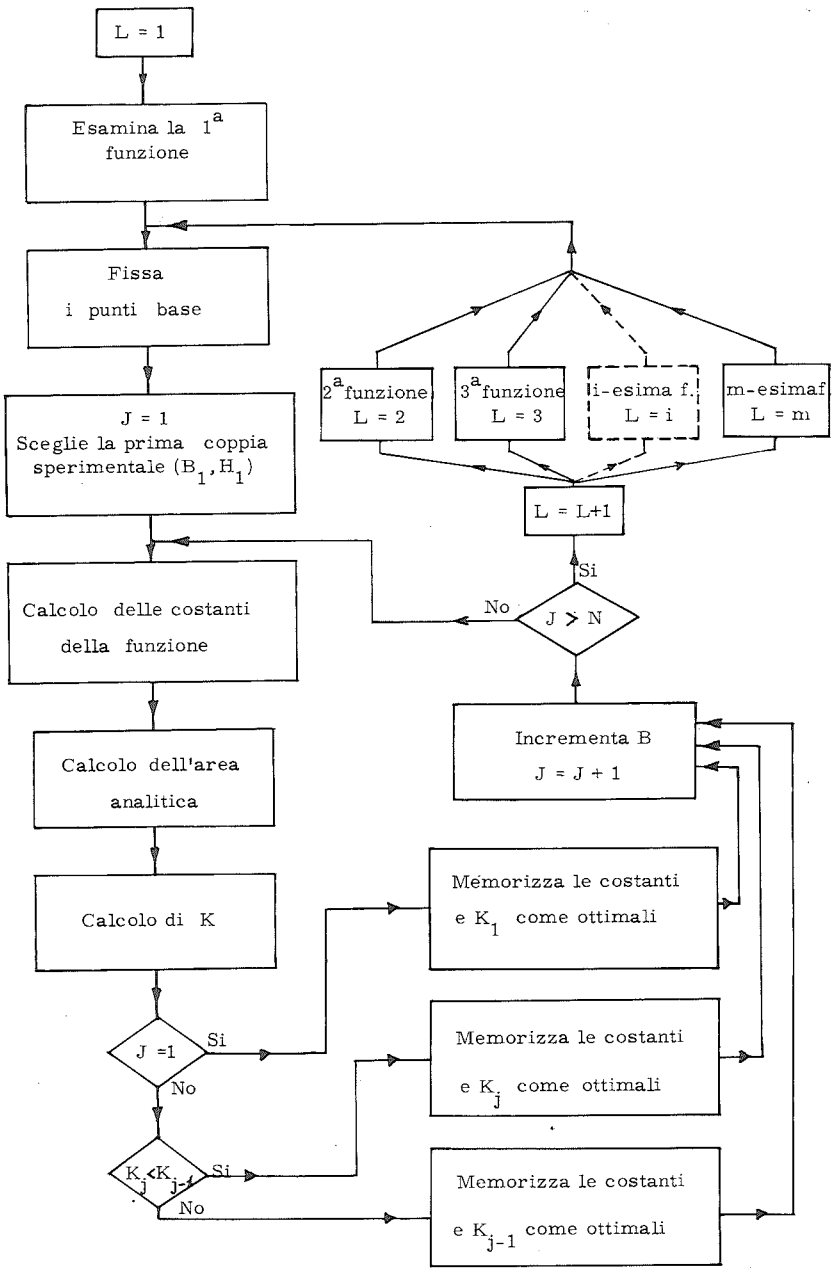


Fig. 4. — 4a) Schema logico generale del programma di calcolo compilato.



4b) Schema logico particolareggiato del blocco tratteggiato in fig. 4a.

valore delle due costanti a e b e il relativo fattore di merito per la generica coppia di dati sperimentali considerata.

Il metodo qui considerato, di cui in fig. 4 a) e b) è riportato lo schema logico, determina, per un dato materiale di cui si conoscono le coppie sperimentali (B, H), la rappresentazione analitica ottimale, tra le espressioni analitiche prese in esame.

I materiali sui quali è stato provato il metodo sono i seguenti:

ARMCO	ORIENTED	STEEL	M-4
»	»	»	M-5
»	»	»	M-6

e le espressioni analitiche considerate sono le 1), 3), 4) della tabella (1).

Nelle figg. 5, 6, 7 sono riportati i risultati ottenuti. (*)

6. - Conclusioni.

Il metodo considerato in questo lavoro consente la scelta automatica, per ogni tipo di materiale ferromagnetico, dell'espressione analitica ottimale con cui rappresentare, con la precisione necessaria, la relativa caratteristica di magnetizzazione. E' interessante notare che, almeno per i tipi di materiale presi in esame, il miglior fattore di merito si ottiene per la espressione analitica meno complessa, ovvero $B = a H^b$.

(*) Il programma di calcolo è stato compilato in linguaggio FORTRAN V e utilizzato su calcolatore UNIVAC 1110. In forma modulare è stato impiegato anche su calcolatore HP 9100 b.

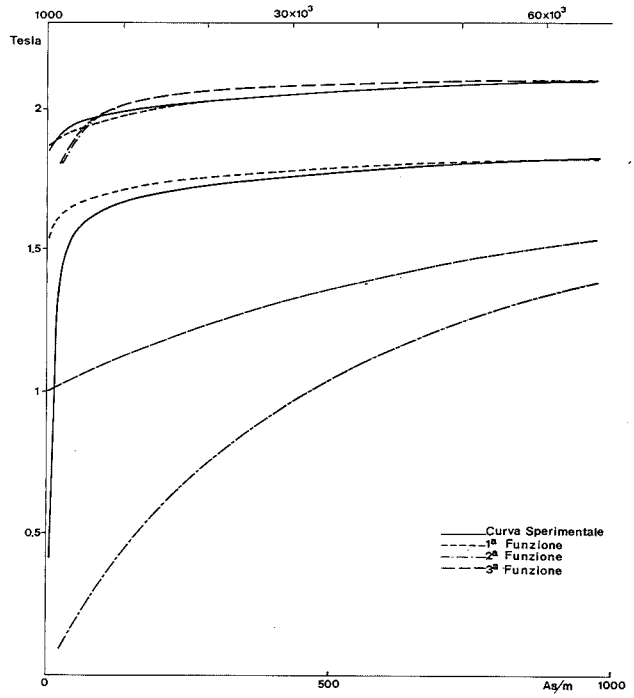


Fig. 5. — Armco oriented steel M-4

1ª F. $B = a H^b$; K_1 ottimale = 0,001; a = 0,033; b = 1,460

2ª F. $B = \dfrac{H}{a + b H}$; K_1 ottimale = 0,002; a = 2446; b = 0,472

3ª F. $B = B_c e^{\frac{H}{a + b H}}$; K_1 ottimale = 0,028; B_c = 1; a = 984; b = 1,33

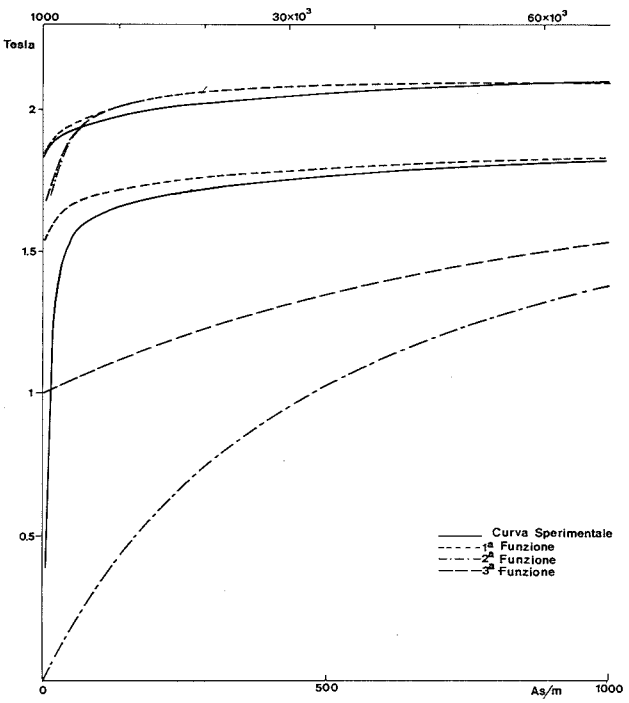


Fig. 6. — Armco oriented steel M-5

1ª F. $B = a H^b$; K_1 ottimale = 0,00095; a = 0,0326; b = 1,463

2ª F. $B = \dfrac{H}{a + b H}$; K_1 ottimale = 0,0013; a = 2505; b = 0,472

3ª F. $B = B_c e^{\frac{H}{a + b H}}$; K_1 ottimale = 0,001; B_c = 1; a = 1007; b = 1,33

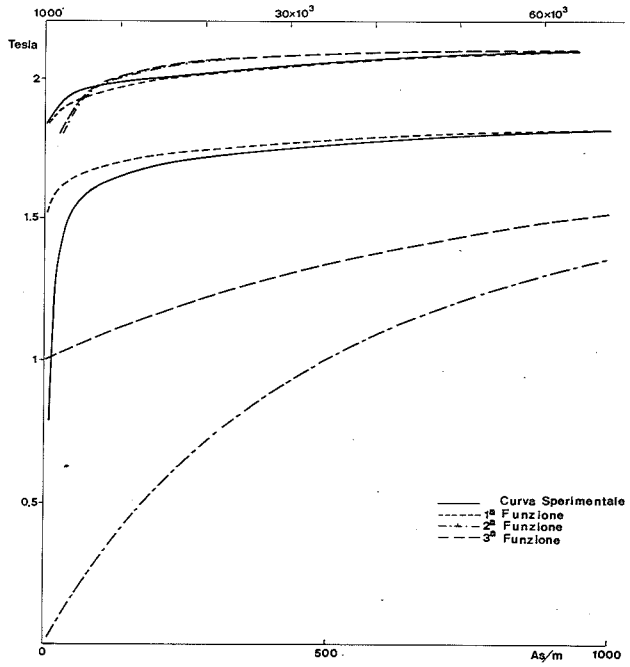


Fig. 7. — Armco oriented steel M-6

1ª F. $B = a H^b$; K_1 ottimale = 0,00067; a = 0,034; b = 1,444

2ª F. $B = \dfrac{H}{a + b H}$; K_1 ottimale = 0,00078; a = 2624; b = 0,472

3ª F. $B = B_c e^{\frac{H}{a + b H}}$; K_1 ottimale = 0,027; B_c = 1; a = 1055; b = 1,33

L'indagine può essere estesa prendendo in esame non solo un maggior numero di materiali magnetici, ma altresì inserendo altre espressioni analitiche per ampliare il campo di scelta automatica a cui è volto il presente lavoro.

Ringraziamenti

Gli autori ringraziano vivamente il Prof. Enrico Astuni per i suoi preziosi suggerimenti e per il suo costante incoraggiamento.

Manoscritto pervenuto il 13 *maggio* 1977.

BIBLIOGRAFIA

[1] F.C. Trutt, E. A. Erdelyi, R. F. Hopkins: *Representation of the Magnetization Characteristic of DC Machines for Computer Use.* « IEEE Transactions » vol. PAS-87, March 1968, pp. 665-669.

[2] G.F.T. Widger: *Representation of magnetization curves over extensive range by rational - fraction approximations.* « IEE Proc. », vol. 116, January 1969, pp. 156-159.

[3] W. K. Macfadyen e altri: *Representation of magnetization curves by exponential series.* « IEE Proc. », vol. 120, August 1973, pp. 902-904.

[4] R.J. Kavanagh: *An approximation to the harmonic response of saturating devices.* « IEE Proc. », vol. 107, January 1960, pp. 127-133.

[5] M.K. El. Sherbiny: *Representation of the Magnetization Characteristic by a Sum of Exponentials.* « IEEE Transactions on Magnetic », Mag. 9 n. 1, March 1973, pp. 60-61.

[6] D.D. Mc. Cracken, W.S. Dorn: *Numerical Methods and FORTRAN Programming.* Ed. Wiley 1966.

NOTIZIE SOCIALI

DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA ITALIANA

AEI

LXXVIII RIUNIONE ANNUALE DELL'AEI

COMO, 18-23 settembre 1977

Cronaca della Riunione

La nostra Riunione Annuale si è tenuta quest'anno a Como, nel periodo dal 18 al 23 settembre, su cortese invito della Sezione di Milano. Dal lontano 1897, quando si tenne appunto a Milano la nostra prima Riunione (con 3 memorie e 80 iscritti), a quest'anno hanno avuto luogo nella zona della Sezione di Milano 13 Riunioni Annuali (di cui 2 improvvisate, per le note ragioni, al posto di Reggio Calabria e di Bari).

Como era stata sede di Riunione nel 1899, con la commemorazione di Volta tenuta da Augusto Righi alla presenza dei Sovrani, e nel 1927, in occasione del Ciclo di manifestazioni tenutesi per il centenario di Volta.

Fig. 1. — Il tavolo della Presidenza alla Seduta Inaugurale. Parla il Sottosegretario on. Postal.

Anche quest'anno la scelta di Como fu legata a Volta, di cui cadeva il 150 anniversario della morte e le nostre manifestazioni si sono inserite nel ciclo predisposto dal Comitato promotore per le manifestazioni voltiane.

L'interesse del tema, l'occasione che ci veniva fornita dal ricordo di Volta e la bellezza del luogo e della zona circostante hanno contribuito ad attirare numerosi i nostri Soci e molte gentili Signore a questo nostro incontro che si rivela sempre utilissimo anche per conservare vivo uno spirito di sincera amicizia fra i Soci.

La seduta inaugurale ha avuto luogo il pomeriggio di domenica 18 settembre, nell'accogliente Aula Magna dell'Istituto di Setificio.

Al tavolo della Presidenza, col nostro Presidente Generale prof. Luigi Dadda, i Vice Presidenti ing. Giorgio Dal Monte, ing. Massimo Moretti e prof. Antonio Gigli e il Segretario Generale on. prof. Noverino Faletti, siedevano il rappresentante del Governo on. Giorgio Postal, Sottosegretario al Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica, il Sindaco di Como avv. Antonio Spallino, l'ing. Giuliano Segre, presidente della Sezione ospitante e il prof. Emilio Gatti per la commemorazione di Alessandro Volta. Tra il folto pubblico dei nostri Soci e delle gentili Signore il nostro ex Presidente Generale ing. Franco Bianchi di Castelbianco e molti invitati. Avevano aderito molte personalità della scienza e della cultura.

Notata l'assenza di alcuni ex Presidenti Generali, seriamente impediti, e soprattutto della cara figura dell'ing. Domenico Tolomeo, nostro ex presidente generale, deceduto quest'anno.

Ha preso per primo la parola l'ing. Segre che ha porto il benvenuto ed il ringraziamento della Sezione di Milano alle Autorità e agli Ospiti con un breve discorso che qui riportiamo:

« Eccellenze, carissimo Presidente Generale, gentili Signore, cari Consoci,

sono veramente lieto ed onorato di porgerVi, quale Presidente della Sezione di Milano, il più cordiale benvenuto nella nostra Regione e insieme di esprimere alla Presidenza Generale ed al Segretario Generale, i più vivi ringraziamenti per la scelta della sede della nostra LXXVIII riunione annuale.

La nostra Sezione, come Vi è noto, è tuttora quella che conta il maggior numero di iscritti: ed è forse questo il motivo per il quale noi lombardi mostriamo solitamente un certo piacere anche se le riunioni si tengono in altre regioni, tutte ospitalissime e spesso ancora più favorite dal sole e dal clima. Ma quest'anno la scelta di Como si imponeva per la felice coincidenza delle celebrazioni Voltiane, e siamo certi che alla riunione non mancherà il consueto successo.

Altri ben più illustri oratori Vi intratterranno tra breve. A me consentite di ricordare due delle più recenti riunioni ospitate dalla Sezione di Milano, e quanto hanno detto in quelle occasioni i miei insigni predecessori nella Presidenza della Sezione.

Nel 1954, a Bellagio, venivano trattati, come oggi, i materiali. L'ing. Bianchi di Castelbianco, aveva proposto allora un'estensione a due altri materiali, e precisamente la « materia grigia » e « l'olio di gomito ». Di entrambi il nostro Paese è sempre stato considerato ricchissimo ma, oggi forse ancor più che nel 1954,

sembra a molti che essi vengano utilizzati con « basso rendimento », per usare una definizione tipicamente elettrotecnica.

E proponeva il nostro carissimo ingegnere Bianchi di Castelbianco, di integrare perciò i due materiali citati con un terzo e cioè con lo « spirito di collaborazione », ricordando che quest'ultimo è un eccellente catalizzatore.

Nel 1963, a Stresa, argomento della riunione erano i semiconduttori. L'ing. Costadoni, allora presidente della Sezione, ricordava con legittimo orgoglio il cammino percorso dal nostro Paese negli ultimi nove anni e sottolineava la parte notevolissima che quelle che noi chiamiamo le correnti deboli stavano prendendo in questo sviluppo.

Molti anni sono passati da allora, molte cose favorevoli e non, sono avvenute, ma tutti possiamo testimoniare quanto sia tuttora valido l'auspicio dell'ing. Bianchi di Castelbianco, e quanto spazio abbia preso lo studio dei materiali destinati, direttamente od indirettamente, alle correnti deboli, come appare in modo eclatante dalle memorie presentate a questa riunione.

Mi permetto infine, di rivolgere un deferente e caloroso saluto all'onorevole Postal, Sottosegretario alla Ricerca scientifica che con la Sua presenza attesta l'attenzione che il Governo presta alla nostra Associazione. Saluto che estendo con altrettanta deferenza alle Autorità regionali e locali ed in modo particolare al Signor Sindaco di Como avv. Spallino, che è qui fra noi.

A tutti i più cordiali auguri per un felice svolgimento della riunione ».

Il discorso ha riscosso vivi applausi.

E' seguito il Sindaco di Como, che si è detto lieto e onorato, a nome della città, di ospitare un Congresso a così alto livello, inteso anche ad onorare il più illustre cittadino di Como. L'avv. Spallino ha pronunciato le seguenti parole:

« Vi porgo con molto piacere il benvenuto di questa città e il saluto del Comitato costituitosi per promuovere e coordinare le celebrazioni di Alessandro Volta, nel 150° anniversario della morte. Il Comitato, che presiedo, ha visto con molto favore l'inserimento, nell'arco delle iniziative assunte o da appoggiare, del vostro Congresso, come di quello della Società Italiana di Fisica, che si aprirà fra una settimana: era un'occasione per collaborare con due istituzioni che operano come strutture portanti in due settori fondamentali della cultura italiana. Non si può non rammentare che questa cultura, negli ultimi due anni, è stata al centro di dibattiti molto vivaci: penso alle polemiche sullo scrivere oscuro o scrivere chiaro, sul cosiddetto blocco degli intellettuali nei confronti della scienza, sulla posizione che l'Italia occupa nelle classifiche dell'UNESCO relative all'insegnamento della scienza nelle scuole; penso alla controversia sulla costruzione di centrali nucleari, che si è svolta all'insegna del fallace dilemma paura o povertà; e potrei continuare a lungo nella elencazione di occasioni che hanno visto contrapporsi mitologia antiscientifica e sforzo che invece la scienza sta cercando di compiere, in qualche parte almeno del nostro Paese, per offrire un approccio corretto a nostri problemi.

Il Comitato per l'anno voltiano ha ritenuto di vedere in questi due congressi non semplicemente un'opportunità per incontri, certo molto importanti e qualificati, ma anche un'occasione da cui può venire un contributo alla ridefinizione e all'approfondimento dei rapporti tra scienza e società. Significativamente, tra pochi giorni, nel periodo intercorrente tra i due congressi (e al secondo parteciperanno otto Premi Nobel), la FAST ha programmato un convegno sul tema dell'insegnamento della scienza nella scuola italiana, tema molto dolente e anche per questo fondamentale. Del resto, anche il blocco degli intellettuali nei confronti della scienza dovrà essere fatto oggetto di approfondimento, così da promuoverne la rimozione. Non può essere mantenuta questa censura culturale, quando tutta la nostra società è impregnata di scienza e ancor più di tecnologia derivante da matrici scientifiche. E allorché parliamo di modelli di sviluppo, di modelli alternativi e a misura d'uomo, dovremmo almeno riconoscere che proprio la scienza è stata ed è lo strumento che fonda la possibilità di realizzarli.

Sono certo problemi complessi, e ogni discorso in materia si prospetta difficile, ad esempio quello sulla costruzione delle centrali nucleari. I pareri opposti si vanno radicalizzando, come ben sa l'ENEL, uno dei

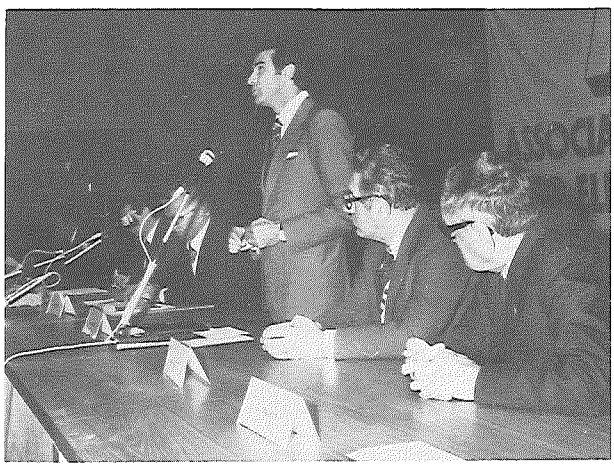


Fig. 2. — Seduta inaugurale. Parla il Sindaco Avv. Spallino.

testimoni principali della vicenda, l'ENEL che proprio oggi apre al Broletto una mostra dedicata a Alessandro Volta e soprattutto all'itinerario compiuto nella storia del progresso dopo l'invenzione voltiana della pila.

Tutto quello che sta accadendo, a proposito di questi temi, nel nostro Paese io spero proprio che, anche grazie a un'approfondita presa di coscienza degli scienziati, possa risolversi, come qualcuno ha detto, in una sorta di offerta di contributo all'evoluzione della civiltà europea. Questo vecchio continente, che per secoli, pur con tutti gli orrori che si sono accompagnati allo sviluppo della civiltà lungo l'arco della sua storia, è stato protagonista, sta certo perdendo quota nei confronti di altri continenti o di altri insiemi geopolitici. Per noi italiani, che ci troviamo poi a lamentare la fuga dei cervelli, l'emigrazione degli intellettuali dal nostro paese, la percezione di questo declino deve tradursi in monito grave e pressante.

Como non ha in questi giorni la fortuna di offrire quel che avremmo desiderato: condizioni climatiche tali da favorire la conoscenza del tentativo che qui è stato compiuto per dare un viso umano a una città. Pure, se avrete la possibilità di avvicinarvi alla nostra realtà, vedrete molti segni in questo senso: il centro storico è duramente, se posso usare l'avverbio, salvaguardato, perchè costituisce la testimonianza concreta del lavoro di generazioni passate e della loro cultura; esso è tutelato e conservato anche sotto il profilo della composizione sociale dei residenti; avrete modo di assistere a concerti che l'Autunno Musicale organizza nelle nostre basiliche e nei cortili dei nostri palazzi, a un livello che lo ha fatto conoscere e apprezzare anche fuori d'Italia; nella nostra Biblioteca, che è un istituto estre-

mamente frequentato e totalmente aperto, vedrete una mostra che la Biblioteca stessa ha allestito, per ricordare le passate celebrazioni voltiane, soprattutto quelle del 1899 e del 1927, in collaborazione con la Società Storica Comense e con il Tempio Voltiano; in quest'ultimo potrete riconoscere l'omaggio più grande di Como alla memoria di Alessandro Volta: il Tempio conserva importanti cimeli del grande fisico comasco, raccolti negli anni, a cominciare dal materiale sfuggito all'incendio della prima esposizione voltiana di fine ottocento: molti sanno quanto dobbiamo a un uomo, il Massardi, morto nel 1957, che dedicò la sua vita a quell'istituto e a quell'altro monumento che è l'edizione nazionale delle opere del Volta.

Credo che Como, o quella parte almeno di Como che giudica la cultura uno strumento di demistificazione delle ideologie e di comunicazione tra gli uomini, attenda dalla sequenza di congressi organizzati in questa occasione, sia da quelli specialistici sia da quelli più ampi, uno stimolo alla società italiana perchè si riveda il posto della cultura nella conoscenza che ciascuno di noi è tenuto ad avere dei problemi della società. Non toglieremo un male antico, penso, se la cultura italiana, per disavventura, come le è stato rimproverato in questi giorni, si ostinerà a non « sporcarsi », perchè si ritiene estranea alla politica, estranea all'impegno civile, soprattutto. Credo che le vicende di Seveso (penso di potermi permettere un accenno a un problema che direttamente mi occupa) insegnino: intorno a Seveso c'è un larghissimo dibattito tra gli scienziati, ma non ci sono uomini sul campo: eppure non si può pretendere di superare le situazioni difficili fermandosi all'interno di laboratori sperimentali o università o istituti di ricerca. Questo è un male antico: il nostro Paese ha avuto periodi di accademia privilegiati, se così vogliamo dire; ma scendere sul campo è un fatto non dico di « democrazia », perchè purtroppo il termine è tanto abusato, ma di civiltà. Così è un fatto di civiltà lo scrivere chiaro: come scriveva Alessandro Volta, come scriveva Fermi, che proprio per questo era considerato da alcuni suoi autorevoli colleghi con dissenso, come scriveva Einstein: nel carteggio tra Einstein e Born è riferita la tensione emersa anche tra colleghi di Einstein, che pur condividevano le sue teorie, perchè divulgava le proprie scoperte, le proprie ricerche.

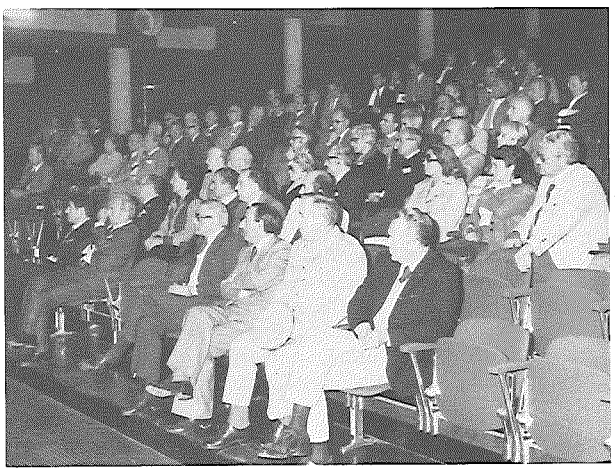


Fig. 3. — Veduta parziale della sala alla Seduta Inaugurale.

Occorre parlare chiaro, avvicinare così la gente che è estremamente disinformata. Tanto più in questi anni che appaiono gli anni della pubblicistica, non gli anni della cultura. Certo ognuno ha il diritto, e per carità nessuno glielo nega, di informare a suo modo, secondo il suo punto di vista. Ma lo scrivere chiaro, lo stare in mezzo alla gente, la decisione da parte degli scienziati di comunicare con la gente sono fatti che possono determinare un tipo di sviluppo anzichè un altro.

Questa sala in cui ci troviamo è una delle espressioni delle scelte della nostra città, perchè quando si è trattato di dare a Como la possibilità di ospitare in modo migliore convegni e congressi, questa città — che è sul crocevia delle genti, per riprendere l'espressione di Cattaneo, perché è sulla via del Gottardo — questa città, che ha un patrimonio insigne di storia, di natura e di arte, ha rivolto la sua attenzione all'antica chiesa di San Francesco. La chiesa, che qualcuno dava per distrutta, che era stata ridotta a magazzino dalle truppe austriache, era infine sul punto di essere demolita, come è accaduto all'attiguo convento. Si è invece deciso di intervenire per restaurare e ricuperare alla città questo trascurato monumento. Qui a giorni sarà accolta una mostra in cui figurerà parte del patrimonio di dipinti di proprietà comunale, e difficilmente si potrebbe pensare a una cornice più idonea.

Questa sala di San Francesco, quelle di Villa Olmo e altre, pubbliche, della nostra città, ci hanno permesso di formulare una risposta alternativa alla tentazione di costruire un Palazzo dei Congressi. Abbiamo scelto una via diversa: avevamo delle antiche strutture, che documentano momenti della civiltà del passato: le abbiamo rimesse in piedi e utilizzate. C'era poi l'aula magna del nuovo Istituto di Setificio, una scuola che è, direi, un monumento nella storia della preparazione dei giovani di Como per il settore tessile. Quell'aula sarebbe stata utilizzata forse una volta al mese da qualche assemblea o per qualche comune riunione. Tutte queste sale sono state collegate, affidandole alla Società dei Congressi, che non ha voluto andare a investire capitali in altre aree, sottraendole così a scelte diverse. Abbiamo ritenuto, e questo, è un canone fondamentale che nostro dovere fosse quello di far godere meglio quello che ci era stato consegnato dal passato. Ecco perchè questa sala rientra nella struttura della Società dei Congressi, e insieme a Villa Olmo, al Broletto e a varie altre sale di proprietà comunale costituisce il supporto di un sistema congressuale.

Restano grossi problemi, ad esempio con la Regione Lombardia, di carattere finanziario, sia perchè certe decisioni non diventano operative sia perchè l'impatto con la realtà fa scontare qualche scacco e non sempre si è pronti a modificare le proprie scelte. Per noi l'obiettivo finale, in tema di sistema congressuale, è quello di collegare le sale disponibili con un circuito televisivo in modo che i congressi possano svolgere bene i loro lavori, anche se articolati in più sedi. Si deve garantire ai congressisti la possibilità di praticare la città, magari a piedi, e di fare di questa pratica un fatto di gusto; si deve evitare quella sorta di separazione di cui è capitato anche a me, come a tanti partecipanti a congressi, di soffrire, quando si è segregati in aule o strutture che agiscono come contenitori massificanti della nostra personalità.

Queste mie digressioni volevano soltanto dirvi, in sintesi, quale tipo di città vorremmo poter realizzare.

Buon lavoro ».

Terminati gli applausi che hanno salutato il discorso del Sindaco, ha preso la parola il nostro Presidente Generale, prof. Dadda, che ha pronunciato il discorso di apertura da noi riprodotto nelle prime pagine del fascicolo.

Il discorso del Presidente ha riscosso unanimi consensi ed è stato alla fine salutato da applausi vivissimi.

L'on. Postal ha portato poi all'Assemblea il saluto del Governo con un discorso di notevole contenuto e che qui pubblichiamo:

« Nel portare ai convenuti il saluto augurale del Governo e del Ministro sen. Mario Pedini, mi sento particolarmente onorato di partecipare a questa vostra annuale assemblea che rappresenta, per tutta la scienza del nostro Paese e non solo per l'elettronica e per l'elettrotecnica, un appuntamento importante per conoscere i risultati di un anno di lavoro degli oltre diecimila soci dell'A.E.I.

Quest'anno, la vostra assemblea assume un maggior risalto perchè essa si svolge nel quadro delle celebrazioni Voltiane che la città di Como ha voluto organizzare nel 150° anniversario della morte del suo grande concittadino, alla cui felice intuizione si deve l'inizio dell'era dello sfruttamento dell'energia elettrica ai fini del miglioramento della vita dell'uomo.

Alessandro Volta è stato, nel suo tempo, un precursore: oggi la scienza, con la forza della sua cultura e della sua tecnologia, si pone come interlocutore valido ed insostituibile al potere politico. Ai tempi di Volta il politico non ammetteva interferenze nell'esercizio del suo potere assoluto e, per la verità, neppure lo scienziato si faceva carico dei fermenti sociali, dai quali amava estraniarsi come se la sua cultura, quindi le sue conseguenze, non fossero patrimonio della società in cui egli viveva e operava. Quelli erano tempi di principi e di sudditi; Alessandro Volta si sentì cittadino e si comportò da cittadino, interprete delle tensioni sociali che, dopo la rivoluzione francese, fecero uscire i popoli dal buio dei secoli più bui della loro storia.

Di Alessandro Volta scienziato, altri parlerà durante queste manifestazioni comasche, con ben maggiore prestigio di quanto non possa fare io che traggo le mie conoscenze non dai laboratori ma dalla cultura umanistica. Come politico non posso che considerare Alessandro Volta come uno dei primi scienziati, nella storia dell'umanità, che ha saputo interpretare anche la anima del popolo a cui apparteneva: credo non sia questo merito minore della scoperta della pila e dell'elettroscopio condensatore o dell'intuizione dello sfruttamento, ai fini civili, del metano, che egli ha chiamato, con molta poesia, il gas della palude.

In questa sede, se mi è consentito, vorrei formulare un auspicio: l'opera di Alessandro Volta deve trovare il suo posto nelle librerie e nelle biblioteche italiane per la verità non sempre complete.

Credo che la comunità nazionale debba impegnarsi nella ristampa di quei cinque tomi in cui vennero racchiuse tutte le opere del grande scienziato e che sono ormai introvabili. E' compito primario delle società civili quello di non far disperdere neppure un lembo di quel gran tessuto che la cultura ha costruito a favore del benessere e della civiltà dell'uomo. Così come oggi è compito della scienza proseguire sulla strada che Alessandro Volta aveva intuito: quella che vi è un stretta interdipendenza fra società e scienza, fra cultura e civiltà.

I grandi temi della scienza e della metafisica che sembravano irrimediabilmente contrastanti ai tempi di Volta, appaiono oggi destinati a ritrovare una loro armonia e un loro equilibrio. Tuttavia le analogie tra alcune posizioni odierne sulla funzione della scienza e quelle del periodo in cui visse Alessandro Volta sono impressionanti: anche allora si pretendeva, come da qualche parte si pretende oggi, che la scienza non riconosca che ci sono problemi così profondi da non trovare una soluzione se non nella filosofia. Anche oggi, da qualche parte, si pretende un viaggio ad una Canossa politica che la scienza non può compiere se vuole correttamente contribuire allo sviluppo della civiltà dell'uomo.

Con il suo rifiuto a Canossa, la scienza combatte la sua battaglia di libertà, che è una battaglia di grande impegno civile, di forti esperienze e di profondi insegnamenti, preziosa anche per i politici che devono mediare i tormenti sociali in una sintesi operativa che garantisca, nella libertà, la ricerca di una maggiore giustizia.

Per questo non posso che essere grato alla Vostra Associazione che mi ha invitato ai lavori di questo Convegno annuale, come mi è gradito esprimere il compiacimento del Governo italiano, del mio Ministro e mio personale, per quanto l'Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana compie perchè il nostro Paese possa progredire sulla strada del benessere economico alla ricerca di un equilibrio civile e di una migliore giustizia sociale. Questi sono i compiti che la scienza con la sua cultura e la sua tecnologia è chiamata oggi a risolvere in una simbiosi con tutte le altre forze che operano all'interno della società.

Buon lavoro! ».

Al Rappresentante del Governo, che dava inizio ufficiale ai lavori della Riunione, è succeduto il prof. Gatti che ha pronunciato, tra vivi applausi, il discorso commemorativo di Alessandro Volta, da noi pubblicato nelle prime pagine del fascicolo.

La seduta di apertura si è così conclusa fra un cordiale ritrovarsi di vecchi amici, frequentatori abituali delle nostre Riunioni, e incontri di giovani che, sempre più numerosi ogni anno, partecipano ai nostri raduni dando così una misura della vitalità della nostra Associazione.

Fig. 4. — Il prof. Gatti pronuncia il discorso commemorativo di Alessandro Volta.

Una simpatica appendice alla seduta di apertura è stata costituita dalla inaugurazione, avvenuta subito dopo, della mostra « L'Energia elettrica: dalla pila di Volta ad oggi », oranizzata dall'ENEL nei locali del Broletto. Ha parlato per primo il dott. Rosario Tuminelli, assessore alle Municipalizzate del Comune di Como, porgendo il saluto della città; dopo di lui l'ing. Aldo Velcich, Direttore del Compartimento ENEL della Lombardia, ha illustrato le finalità della mostra, che è nata da una proposta del Sindaco di Como, avv. Antonio Spallino, come Presidente del Comitato Promotore per le manifestazioni voltiane, con lo scopo di testimoniare gli sviluppi scientifici e tecnici che, partendo dalla pila di Volta, hanno consentito di porre a disposizione dell'umanità una delle forme di energia più versatili e preziose; è seguita la visita, sotto

la guida di alcuni dirigenti dell'ENEL. Nella mostra sono stati raccolti per cortese assenso dello stesso ENEL di Musei, Istituti Universitari e privati cittadini, molti cimeli storici, tra cui alcuni pezzi unici, grafici e disegni, che sono stati disposti in ordine storico, sì che è stato possibile, seguendo l'itinerario prestabilito, avere una visione rapida e sintetica dell'enorme sviluppo dell'elettrotecnica, dagli inizi (che coincidono con la scoperta della pila) fino ai nostri giorni; ciò ha permesso di fare utili paralleli con lo sviluppo industriale, che da quello dell'elettrotecnica è fortemente condizionato. La mostra è poi rimasta aperta anche dopo la fine della

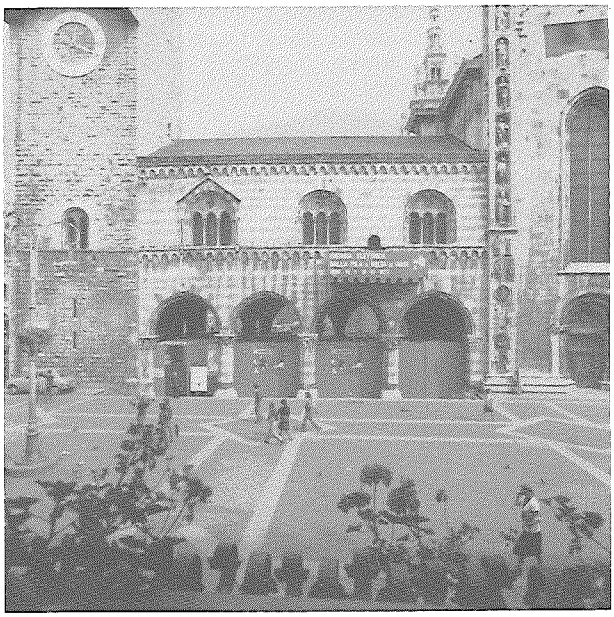


Fig. 5. — Vista del Broletto dove si è tenuta la mostra organizzata dall'Enel.

nostra Riunione ed ha avuto molto successo di visitatori (32 500, tra cui oltre 7 000 studenti).

La sera dello stesso giorno il Comitato per le celebrazioni voltiane, nell'ambito dell'Autunno Musicale Comasco, ha offerto ai Congressisti ed a numerosi Invitati un concerto nella Sala Bianca del Casino Sociale. Erano in programma musiche di Beethoven, Bach, Brahms e Ravel; al violino Gottfried Schneider, un solista di grande valore più volte premiato internazionalmente ; al piano Leonardo Leonardi, insegnante di pianoforte al Conservatorio di Milano e concertista di fama internazionale.

La sala del concerto era zeppa e l'accoglienza del pubblico è stata meritatamente entusiastica.

Con questo incontro musicale si è chiusa la giornata della inaugurazione, che aveva avuto un prologo, al mattino, con la riunione, presso l'Hotel Regina Olga di Cernobbio, del Comitato di Presidenza (alle 9), poi del Comitato per le Pubblicazioni e infine del Consiglio Generale; di quest'ultimo riportiamo il verbale nella rubrica « Notizie dell'A.E.I. ».

La discussione delle memorie si è svolta nelle giornate di lunedì 19, martedì 20 e mercoledì 21, in due sale di Villa Olmo gentilmente messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale.

Il lunedì mattina, a sezioni riunite, hanno anzitutto preso la parola nell'ordine, i Relatori Generali: prof. Dante Pagani, che ha presentato i Materiali Conduttori, prof. Ercole De Castro, che ha presentato i Materiali Semiconduttori, poi di nuovo prof. Dante Pagani, che ha presentato i Materiali Dielettrici e infine prof. Giuseppe Biorci, che ha presentato i Materiali Magnetici. Il testo delle loro relazioni è pubblicato nelle prime pagine del fascicolo, dopo i discorsi del prof. Dadda e del prof. Gatti.

Successivamente i Soci si sono divisi in due gruppi, secondo gli interessi di ognuno, e si è così iniziata la discussione delle memorie.

Secondo la prassi abituale, le memorie sono state riunite in gruppi omogenei per argomento e via via presentate dai Relatori Speciali, che ne hanno riassunto e commentato il contenuto, proponendo domande e invitando alla discussione.

Meritano una particolare segnalazione i benemeriti Soci che si sono assunti il compito di Relatori Speciali; essi sono: *Dario Armanini, Ernesto Arri, Giovanni Asti, Antonio Bossi, Marina Bujatti, Gabriella Cazzani Cita, Luigi Centurioni, Furio Cisotti, Mario Conti,*

Fig. 6. — Il Presidente Generale, prof. Dadda, si intrattiene coi Relatori Generali, proff. Biorci, De Castro e Pagani.

Gianni Fabri, Franco Filippazzi, Sergio Graffi, Augusto Morini, Elio Occhini, Maria Prudenziati, Piero Ronzani e *Carlo Someda*; le relazioni di Fabri e di Ronzani, impediti di partecipare, sono state lette da Guarini e da Fucini.

A tutti i Relatori Speciali va un sentito ringraziamento dell'Associazione.

Le diverse sedute tecniche sono state presiedute a turno dai Vice presidenti *Giorgio Dal Monte* e *Massimo Moretti,* dal Segretario generale *Noverino Faletti,* dal Presidente della Sezione di Milano *Giuliano Segre* e dai Direttori delle nostre riviste *Emilio Gatti* e *Piero Regoliosi.* Segretari delle sedute, col compito specifico di curare l'ordinata raccolta degli interventi, sono stati gli ingegneri *Boccenti, Dell'Agli* e *Manna,* che ringraziamo sentitamente per la loro opera precisa e attenta.

Lunedì 19 settembre - I lavori della **Sezione A** sono iniziati sotto la Presidenza dell'ing. *Giorgio Dal Monte* che ha dato la parola al Relatore Speciale ing. *Mario Conti* per la prima parte del gruppo di memorie **Semiconduttori semplici - Proprietà fisiche e processi tecnologici.** Le memorie in discussione erano le 56, 17, 2, 19, e 13, sulle quali hanno interloquito: *C. Canali, G. Guarini, C. Cognetti, B. Pellegrini, S. Graffi* e il relatore.

Nel pomeriggio la discussione è ripresa sulla seconda parte dello stesso sottogruppo. Sono state discusse le memorie: 52, 27, 62 e 68; sono intervenuti nella discussione: *S. Solmi, E. De Castro, M. Severi, M.A. Pasquali, F. Forlani, M. Servidori, C. Canali, R. Baldi* e il relatore.

La discussione è proseguita poi sulle **Misure sui semiconduttori semplici,** con relatore il prof. *Sergio Graffi.* Le memorie in discussione erano le 26, 30, 51, 28, 50, 29 e 12. Sono intervenuti: *R. Baldi, M.A. Pasquali; R. Delfino, S. Solmi, B. Riccò, G.P. Spadini, A. Longoni, M. Zambelli,* e il relatore.

* * *

La **Sezione B** ha iniziato i lavori sotto la Presidenza dall'ing. *Massimo Moretti.* Relatore speciale la prof. *Maria Prudenziati* sul gruppo di memorie **I conduttori elettrici: proprietà, caratteristiche e misure.** Memorie in discussione: 54, 67, 55, 9, 76, 47 e 24. Sono intervenuti nella discussione: *E. Brambilla, R. Martucci, F. Forlani, F. Fiorillo, G.F. Piacentini, B. Pellegrini, R. Audino, I. De Jorio.*

La seduta è proseguita nel pomeriggio sul gruppo di memorie relative ai **Conduttori metallici** con relatore

Fig. 7. — Il tavolo della Presidenza all'Assemblea Generale.

speciale il p.i. *Dario Armanini.* Le memorie in discussione erano le 81, 39, 71, 37, 20, 23 e 58. Hanno partecipato alla discussione: *G.P. Travaglini, A. Perrone, B. Dell'Olio, Sartori, P. Allodi, F. Perrotti, P. Fiorini, D. Fabrizi, P. Frola, R. Tomassi, G. Pirovano, P. Paoli.*

Sono state poi discusse le memorie sui **conduttori non metallici.** La relazione speciale dell'ing. *Piero Ronzani,* che non ha potuto intervenire, è stata letta dall'ing. *Ezio Fucini.*

Le memorie da discutere erano le 25 e 78 sulle quali sono intervenuti: *R. Pomponi, P. Anelli, R. Monelli.*

La seduta è continuata con la discussione delle memorie 15 e 74 relative alla **Superconduttività,** relatore speciale l'ing. *Augusto Morini.* Sono intervenuti nella discussione *G. Botta* e il relatore.

Mentre si svolgevano le sedute tecniche, le Signore e le Signorine dei Congressisti hanno effettuato una gita nella valle d'Intelvi, con colazione a Lanzo e ritorno via Porlezza e Tremezzo, dove hanno sostato per una visita alla Villa Carlotta.

La sera del lunedì tutti i Congressisti e molti invitati hanno poi assistito, in una sala messa gentilmente a disposizione dalla Camera di Commercio, alla proiezione di un film su Alessandro Volta, dal significativo titolo: « *Storia di un genio a misura d'uomo* ». Il film è stato realizzato dalla Televisione della Svizzera Italiana su soggetto di Bernardo Malacrida e Maria Azzi Grimaldi, ambedue comaschi, e per la regia di Chris Witwer; esso racconta in forma piana e piacevole la vita del nostro grande fisico, che ha saputo conservare i tratti di una grande umanità, nonostante i numerosi, meritatissimi riconoscimenti, che gli sono venuti da Accademie, Università e Personalità eminenti della scienza e della politica, sia in Italia sia all'Estero. Il film è stato preceduto da una vivace e simpatica presentazione del prof. Bernardo Malacrida che, dopo avere reso omaggio all'AEI e ricordato quanto è stato ripetutamente fatto dalla nostra Associazione in onore di Volta, ha rievocato interessanti episodi della vita del genio che onoriamo e riassunta la trama e lo scopo del film, inteso a condurre chi assiste attraverso i luoghi e nei tempi che gli furono familiari. Il discorso di Malacrida e il film sono stati alla fine caldamente applauditi.

Hanno chiuso la serata due interessanti documentari ENEL dai titoli: « **Atomo duemila** » e « **Acqua, giorno e notte** », che pure hanno incontrato il vivo consenso del numeroso pubblico.

Martedì 20 settembre - I lavori della **Sezione A** sono ripresi sotto la Presidenza del prof. *Piero Regoliosi* sul gruppo di memorie relative ai **Semiconduttori composti: proprietà fisiche e processi tecnologici.**

Il relatore speciale prof. **Gianni Fabri** non ha potuto intervenire e la sua relazione è stata letta dall'ing. *G. Guarini.* Le memorie in esame erano le 43, 32, 42, 21, 10, 14 e 18; nella discussione sono intervenuti: *C. Flores, A. Stella, S. Riva Sanseverino, A. Masoero, D. Venturi, G. Gasparrini, M. Prudenziati, G. Bolognesi, M. Prudenziati, P. Regoliosi* e il relatore.

Nel pomeriggio è proseguita la discussione sullo stesso gruppo di memorie. Le memorie in discussione sono state le 53, 49 e 68. Alla discussione hanno partecipato: *F. Gorgellino, G. Queirolo, E. De Castro, B. Riccò, A. Stella, S. Riva Sanseverino, B. Lucano, D. Venturi, M. Schnoeller* e il relatore.

Sono state poi discusse le memorie relative alle **Misure sui dielettrici.** Relatore l'ing. *Marina Bujatti.*

Le memorie in discussione erano le 4 e 45. Sono intervenuti nella discussione: *G. Salardi, B. Pellegrini, G. Queirolo, G. Guarini* e la relatrice.

* * *

Nella **Sezione B** i lavori sono ripresi con la presidenza del prof. *Noverino Faletti* sulle memorie relative alle **Recenti applicazioni dei superconduttori.** Relatore speciale l'ing. *Ernesto Arri* sulle memorie 72 e 64. Hanno partecipato ,alle discussioni: *G. Marullo, G.P. Graffini* e *V. Lacquaniti.*

Il secondo gruppo di memorie in discussione era **I dielettrici - Struttura, proprietà e misure** con relatore speciale il prof. *Luigi Centurioni.* Le memorie erano la 44, 11, 60, 31, 34, 35, 36 e 22. Sono intervenuti nella discussione: *A. Bossi, G. Pattini, R. Schifani, E. Brambilla, I. Romano, G. Lombardi, S. Yakov, S. Cesari, G. Zafferani, A. Cazzani, C. Molinari, G. Botta, A. Viviani, D. Perinelli, M.A. Pasquali, E. Serena,* e *S. Cesari.*

Nel pomeriggo la seduta è continuata, sempre sotto la presidenza del prof. *Faletti,* con relatore speciale il p.i. *Antonio Bossi.* Le memorie in discussione erano le 83, 80, 70, 69 e 82, nonchè una memoria che non era stata pubblicata preventivamente. Alla discussione sono intervenuti: *C. Malaguti, D. Licata, B. Dell'Olio, A. Giorgi, M. Piazzini, F. Cannatà, D. Colombo, Agmes, G. Di Dio, G. Aglietti, E. Sesto, C. Martocchio, T. Farneti, A. Pigini, A. Tomassi* e il relatore.

* * *

Contemporaneamente alle sedute tecniche per il tema generale, si è tenuta, nella mattinata e nel pomeriggio di martedì 20, una *Tavola Rotonda* organizzata dal

Grunpo di Televisione e Videonica sul tema: **Nuovi orientamenti nel campo dei trasduttori elettro-ottici per la ripresa e la presentazione delle immagini.** Moderatore il prof. Franco Cappuccini. Gli interventi, già preordinati, sono stati dieci, tutti su argomenti d'avanguardia, e ad essi è seguita un'ampia discussione. Come comunicato sul n. 4 della nostra Rivista, i testi presentati, di prossima pubblicazione, verranno inviati a tutti i Soci che si erano iscritti alla Tavola Rotonda.

* * *

Mentre si svolgevano le discussioni delle memorie, le Signore e le Signorine dei Congressisti hanno effettuato una visita guidata della Città di Como, con soste nei punti di maggiore interesse storico o artistico e rientro agli alberghi per la colazione.

La sera poi, alle ore 21, nell'Hotel Castello di Pomerio di Erba, hanno avuto luogo la cena e la serata folcloristica offerte dall'ENEL e dalla SIP, congiuntamente. Appositi pullman hanno trasportato i Congressisti e le loro gentili Signore, elegantissime, dagli alberghi di residenza a Erba. Nelle vaste sale e nei suggestivi anditi del Castello, di recente riattato e si-

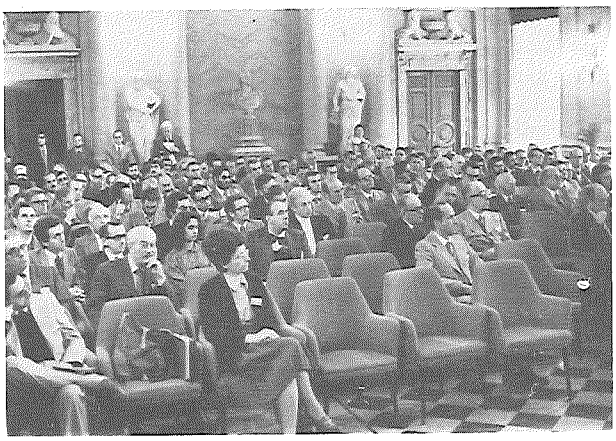


Fig. 8. — La sala durante l'Assemblea Generale.

gnorilmente sistemato ad albergo, si sono subito formati gruppi di Soci giovani e non più giovani, in un clima di cordiale amicizia. Su due lunghi tavoli, erano predisposti gli appetitosi piatti a disposizione dei Congressisti, che hanno proceduto alle loro scelte con vivace animazione. Nel clima di simpatia subito verificatosi, il Direttore del Compartimento ENEL della Lombardia, ing. Aldo Velcich, e il Direttore della 1ª Zona SIP, ing. Araldo Dall'Olio, hanno portato ai Congressisti il saluto ed il benvenuto dei loro Enti; ha risposto il nostro Presidente Generale prof. Dadda, ringraziando gli Enti promotori della signorile ospitalità e dissertando argutamente sulla « polenta taragna », uno dei gustosi piatti tipici locali che ci venivano offerti.

Alla fine del pranzo, nel cortile del Castello, suggestivamente illuminato da torce e falò, si sono svolte numerose danze folcloristiche di un gruppo di giovani e signorine, vestiti nei costumi tradizionali di Renzo e Lucia, al suono dei caratteristici « firlinfeu ».

* * *

Mercoledì 21 settembre - Le discussioni nella **Sezione A,** presieduta dall'ing. *Giuliano Segre*, sono iniziate sulle memorie del gruppo **Materiali e dispositivi per applicazioni a bassa frequenza e per magneti permanenti** sulle quali ha fatto da relatore speciale il prof. *Giovanni Asti*. Le memorie in discussione erano le 7, 8, 6, 5. Hanno preso parte alla discussione: *I.P. Soardo, G. Segre, M.A. Pasquali, A. Cartoceti, F. Scansetti* e il relatore.

La discussione è poi proseguita sulle memorie **Materiali e dispositivi per applicazioni in alta frequenza e digitali** avente come relatore speciale il prof. *Franco Filippazzi*. Le memorie in discussione erano le 1, 63 e 77.

Alla discussione hanno preso parte: *P. Paroli, S. Hlanke, M.A. Pasquali, G. Destefanis, G. Mauzillo* e il relatore.

Nel pomeriggio la discussione è continuata sulle memorie relative ai **Metodi di misura di proprietà magnetiche;** relatore la prof. *Gabriella Cazzani Cita*. Le memorie in discussione erano le 46, 59, e 86. Hanno interloquito: *M. Peroni, A. Ferrarese, R. Mongelluzzo, M. Vassoile, F. Cennamo, G. Mauzillo, G. Segre* e la relatrice.

* * *

Le discussioni della **Sezione B** sono iniziate con la presidenza del prof. *Piero Regoliosi* su **Alterazione dei dielettrici.** Relatore speciale l'ing. *Furio Cisotti*. Memorie da discutere: 78, 33, 48, 41, 84. Hanno preso parte alla discussione: *E. Serena, M. Borsani, A. Bossi, F. Cannatà, G. Zafferani, G. Coletti, L. Preatoni, L. Centurioni, S. Rosati, G. Ferrari, E. Occhini, A. Tomba, A. Tonti, G. Ganassini, G. Saponara, G. Beretta, C. Malaguti, O. Artoni.*

La discussione è proseguita sulle memorie relative all'**Isolamento;** relatore speciale ing. *Elio Occhini*. Memorie in discussioni: 73, 65, 16, 75, 79, 61 e 40.

Interlocutori: *I. Lecis, F. Colla, E. Serena, F. Conti, A. Tonti, M. Ciaffi, A. Colombelli, A. Giorgi, A. Bossi, G. Madama, G. Villa, F. Negri, F. Vallini, G. Orsini, W. Mosca, M. Vassoille, V. Giordano.*

Nel pomeriggio le discussioni della **Sezione B** sono continuate sotto la presidenza del prof. *Emilio Gatti*, con relatore il prof. *Carlo Someda*, sul gruppo di memorie relative a **Altre applicazioni dei dielettrici.** Sono state discusse le memorie: 3, 85, 57 e 66; alla discussione hanno partecipato: *R. Orta, S. Riva Sanseverino, F. Esposto, G. Destefanis, C.P. Basola, P.F. Checcacci, B. Costa* e il relatore.

* * *

Finite le discussioni delle memorie ha avuto luogo, in un'ampia sala di Villa Olmo, l'Assemblea Generale dei Soci con un denso ordine del giorno e con la partecipazione di numerosi Soci, che hanno alla fine salutato la Presidenza con un caldo applauso. Dell'Assemblea diamo conto nella rubrica « Notizie dell'AEI » di questo stesso fascicolo.

* * *

Contemporaneamente alle sedute tecniche le Signore e Signorine dei congressisti hanno effettuato una visita guidata ai luoghi Manzonani, con sosta a Malgrate, al « Ristorante del Griso », e a Bellagio e con ritorno a Como via Civenna, Madonna del Ghisallo e Pusiano, per il pranzo sociale.

* * *

Questo ha avuto luogo all'Hotel Regina Olga di Cernobbio con la partecipazione di numerosi Soci, gentili Signore e Signorine, Autorità e Invitati. La serata si è svolta lietissima e alla fine del pranzo il Presidente Generale ha preso la parola per sottolineare l'ottimo esito della Riunione e per ringraziare ad uno ad uno Enti e persone che, con diverso impegno, hanno tutti contribuito al suo successo.

Il discorso è stato calorosamente applaudito.

Dopo il discorso del Presidente ha avuto luogo la tradizionale proclamazione dei Soci che hanno meritato i premi « Industrie Elettriche di Legnano » e « 3M Italia », per le migliori memorie presentate alla Riunione Annuale dell'anno scorso.

La proclamazione è stata fatta dal Segretario Generale prof. Noverino Faletti, che ha letto le motivazioni delle scelte fatte dall'apposita Commissione. Quindi lo stesso prof. Faletti, l'ing. Giorgio Cavina, Direttore Generale della Società Industrie Elettriche di Legnano, e l'ing. Franco Galante, Direttore Commerciale settore Prodotti Elettrici della 3M Italia Spa, hanno consegnato i premi, consistenti in un diploma e in un cospicuo assegno. Il verbale della Commissione che ha esaminato le memorie ed effettuato le scelte è pubblicato in altra parte della rivista dopo il verbale dell'Assemblea Generale.

Alla fine il prof. Gigli ha proceduto alla consegna all'ing. Lucio Mayer della medaglia *Roman Podoski,* riservata alle persone che si sono altamente distinte nel campo della elettrificazione dei trasporti, e assegnatagli dalla SEP (Associazione Elettrotecnica Polacca). Il prof. Gigli, nel consegnare la medaglia, ha sottolineato l'importanza di questo riconoscimento internazionale all'attività del nostro Vice Presidente Generale, che è stato alla fine salutato dal caldo applauso di tutti i presenti.

Fig. 9. — Pranzo sociale. In primo piano il tavolo del Presidente.

Giovedì 22 settembre - Un folto gruppo di Congressisti ha effettuato la prevista visita agli impianti *Euratom di Ispra,* sotto la guida del Segretario Generale prof. Faletti. Erano ad accogliere i partecipanti l'ing. S. Finzi, direttore del Dipartimento di Scienze applicate e Tecnologiche del Centro e il prof. Bertolini, con altri funzionari del Centro. L'ing. Finzi ha innanzitutto illustrato, con una breve conferenza, che cosa è e quali sono i compiti del Centro di Ricerca Congiunto (JRC) della Commissione della Comunità Europea.

Si tratta di un complesso di tecnici e di attrezzature sperimentali, che opera in 4 insediamenti, nel campo della ricerca scientifica, sotto una direzione unificata. Il Centro di Ricerca Congiunto è stato fondato nel 1957 in base al trattato di Roma, che ha creato la Comunità Europea dell'Energia Atomica (Euratom); la sua competenza, originariamente limitata al campo nucleare, venne nel 1973 estesa ad altri settori, che interessano le Comunità europee. I quattro insediamenti sono situati ad Ispra, Geel (Belgio), Karlsruhe (Germania Occ.) e Petten (Olanda). Le persone che lavorano al JRC sono complessivamente 2 340 e, di questi, 1 125 sono ricercatori.

Il centro di Ispra, che è il più grande dei quattro insediamenti, comprende circa 1 700 persone, fra cui 800 ricercatori, laureati o tecnici specializzati; il centro si sviluppa su 157 ettari, con 251 costruzioni stabili, per un totale di 137 000 m² coperti.

Le ricerche che ora si svolgono ad Ispra riguardano la sicurezza nucleare, lo studio di fonti sussidiarie o alternative (come l'energia solare, l'idrogeno, i reattori di fusione), l'ambiente (misure della contaminazione atmosferica e ricerche sulle risorse agricole mondiali, effettuate tramite rilevamenti fatti da satelliti in combinazione con rilevamenti contemporanei fatti a terra); un programma di ricerca ha lo scopo di migliorare gli standards nucleari, un'attività particolare è rivolta all'informazione ed alla educazione in materia nucleare, ecc.

All'ing. Finzi ha risposto il prof. Faletti, ringraziando per l'opportunità concessa di visitare il Centro, per la chiara ed esauriente presentazione da lui fatta della vasta attività che vi si svolge e per la gentile ospitalità offerta.

Dopo la conferenza, l'ing. Finzi stesso ed altri tecnici del Centro hanno accompagnato i Congressisti ad una visita ai vari reparti, tra cui particolarmente suggestivo quello del reattore ESSOR.

E' seguita la colazione offerta dall'Euratom; quindi la visita è proseguita nel pomeriggio ed ha riguardato soprattutto i laboratori della Divisione Elettronica.

All'imbrunire, partenza per il ritorno ai vari alberghi.

Venerdì 23 settembre - La mattina dell'ultimo giorno della Riunione, una quarantina di Congressisti ha visitato, sempre sotto la guida del prof. Faletti, gli impianti della *Stazione Lario della Telespazio* situata nei pressi di Colico. Ricevuti dal V. Direttore Generale della Telespazio ing. Livio Bruno, venuto apposta da Roma, e dal Direttore della Stazione p.i. Ercole Marello, hanno dapprima ascoltato dall'ing. Bruno la storia e le finalità della Stazione. La Stazione del Lario, unitamente ad un'altra situata nella Conca del Fucino (da noi visitata nel 1974, in occasione della Riunione Annuale di Roma) sono state installate dalla Telespazio Spa, nata nel 1961 sotto l'egida del Ministero P.T. e con la partecipazione della RAI e della Italcable, con lo scopo di sperimentare, costruire, impiantare ed esercire sistemi e stazioni di telecomunicazioni a mezzo di satelliti.

Questo modo recentissimo di comunicare fra due punti qualunque della terra si fonda, come è noto, sull'uso di tre satelliti artificiali geostazionari (cioè rotanti sincronicamente con la terra, in modo da apparire fissi ad un osservatore terrestre) e posti in orbita equatoriale, equidistanti fra loro (praticamente sugli Oceani Atlantico, Indiano e Pacifico) alla distanza di circa 35 000 km dalla superficie terrestre. Poichè da ciascuno dei tre satelliti così situati si « vede » un terzo abbondante della superficie della terra (escluse solo le calotte polari), è possibile, attraverso di essi, trasmettere e ricevere segnali fra due punti qualunque della terra. I tre satelliti costituiscono cioè i «supporti» di una rete di telecomunicazioni, che copre tutta la superficie terrestre.

In Italia le prime rice-trasmissioni sperimentali a mezzo satelliti (allora non ancora geostazionari, nè su orbita equatoriale) sono incominciate nel gennaio 1963, alla Stazione del Fucino, che fu così la quarta ad effettuare questi esperimenti, dopo le stazioni americana di Andover, francese di Plemeur Bodon e britannica di Goonhilly.

Nel 1964 un accordo multilaterale, firmato da 12 Governi, fra cui l'Italia, dava vita al *Consorzio Intelsat,*

aperto a tutti i paesi membri dell'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni e creato allo scopo di costituire un sistema commerciale mondiale di comunicazioni per mezzo di satelliti. Nel 1965 la Telespazio otteneva per 25 anni la concessione di rappresentare l'Italia nel Consorzio, iniziando così la sua attività commerciale con la stazione del Fucino, attività ampliata e potenziata quest'anno con la Stazione del Lario, che stavamo visitando.

Alla fine del 1976 i Paesi firmatari dell'accordo erano 95, il numero di Stazioni a terra 126, gli investimenti oltre 354 milioni di dollari. Nel frattempo i satelliti Intelsat sono stati via via perfezionati e potenziati, sicchè gli ultimi lanciati (1976) hanno la capacità di 6 000 circuiti telefonici.

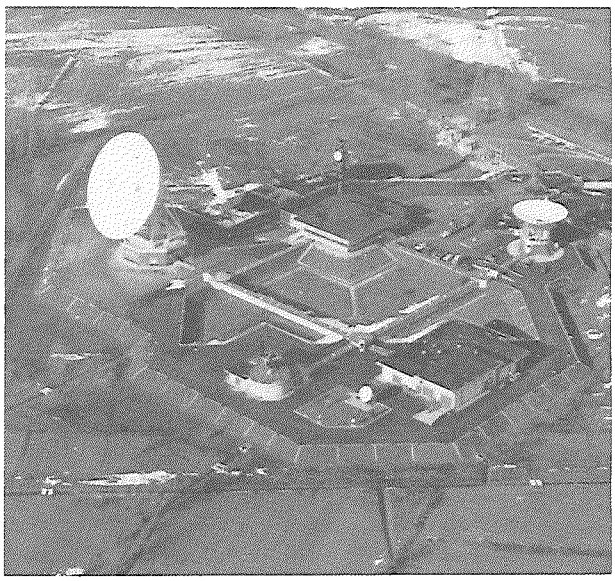


Fig. 10. — Veduta aerea della Stazione del Lario della Telespazio.

Ma, dato l'enorme sviluppo rapidamente raggiunto da questo servizio, ci si sta avviando alla saturazione delle bande di frequenza finora utilizzate (4-6 GHz), sicchè si è reso necessario andare oltre questi livelli.

Il nuovo satellite sperimentale *Sirio* risponde a questa necessità; ideato e proposto dal prof. Carassa, è stato sviluppato e costruito interamente in Italia dalle maggiori nostre industrie del settore ed è stato lanciato in orbita il 25 agosto 1977 da Capo Kennedy. Progettato per durare 2 anni, esso è destinato a consentire esperimenti di propagazione e telecomunicazione nelle bande SHF (a 12 e 18 GHz), per accertare l'entità delle attenuazioni e delle distorsioni dei segnali in presenza di precipitazioni atmosferiche. Anche questi esperimenti sono affidati, in Italia, alle Stazioni del Fucino e del Lario.

Oltre ai collegamenti con stazioni terrestri sono in programma o in via di realizzazione collegamenti, a mezzo satelliti, con stazioni mobili installate su navi o su aerei.

L'ing. Bruno ha concluso qui la sua chiara ed esauriente esposizione. Si è poi iniziata la visita, sotto la guida del p.i. Marello, direttore della Stazione e di altri tecnici, visita che ha destato enorme interesse e suscitato interrogativi a non finire, ai quali hanno esaurientemente risposto i tecnici della Stazione. Terminata la visita, la comitiva si è trasferita a Colico. per la colazione, che ha avuto luogo in un ristorante tipico; alla fine, il nostro Segretario Generale prof. Faletti, prendendo lo spunto dalle due visite della giornata, quella effettuata al mattino agli impianti modernissimi, anzi protesi verso il futuro, di Telespazio e quella prevista per il pomeriggio alla pace antica di un convento di clausura, ha ricordato agli attenti uditori che le conquiste della tecnica non dovrebbero mai essere disgiunte da un parallelo miglioramento spirituale: solo da questo raggiunto e mantenuto equilibrio dipende infatti la serenità della nostra vita, che è oggi invece così tormentata. Ha terminato rinnovando il ringraziamento sentito dell'AEI a Telespazio e, per essa, al direttore del centro p.i. Marello, per la cordiale accoglienza riservata, e a tutti i 40 fedelissimi Soci che fino all'ultimo hanno seguito le nostre manifestazioni.

Nel pomeriggio la comitiva si è trasferita all'Abbazia di Piona, situata alla estremità di una penisoletta, a pochi chilometri da Colico, fra il lago di Como e il solitario laghetto, appunto, di Piona.

Si tratta di un antico monastero cistercense, di cui si conserva la chiesa (del 1138) e il suggestivo chiostro romanico-gotico (del 1257). Per molti anni caduta quasi in abbandono, è stata, una ventina di anni fa, completamente restaurata e ampliata, soprattutto nel convento e nella foresteria, dalla famiglia Rocca, in ricordo del loro figlio trucidato con la moglie in Abissinia da un gruppo di ribelli, ed è oggi sede di incontri e di raccoglimento. La visita, guidata da un dotto monaco, ha lasciato in tutti un ricordo sereno.

Si è chiusa così, in un clima di amicizia e di cordiale affiatamento, la 77ª Riunione Annuale, con molti arrivederci per la prossima.

Minuta di Verbale della Seduta del Consiglio Generale dell'AEI.

(Cernobbio, 18 Settembre 1977)

La seduta è stata regolarmente convocata per le ore 10 presso l'Hotel Regina Olga di Cernobbio (Como) col seguente:

ORDINE DEL GIORNO

1) Approvazione del verbale della seduta precedente (Milano, 1° Aprile 1977) pubblicato su « L'Elettrotecnica » del mese di giugno 1977.
2) Comunicazioni della Presidenza e andamento della Associazione.
3) Riunioni Annuali - Riunione 1978 - Tema e sede per la Riunione del 1979.
4) Premi e borse di studio. Nomina della Commissione per l'aggiudicazione dei Premi AEI « Pubblicazioni », « Ricerche », « Vallauri », « Bonazzi » e « Castellani ».
5) Cicli misure.
6) Comitato Elettrotecnico Italiano.
7) Bilancio di previsione.
8) Eventuali e varie.

Presiede il Presidente Generale Dadda con i Vice Presidenti Gigli, Moretti e Dal Monte, Segretario: il Segretario Generale Faletti.

Sono presenti l'ex Presidente Generale Bianchi, il Presidente del CEI Barozzi, i Dirigenti dell'Ufficio Centrale Sabattini e Ricca. Sono pure presenti, invitati dalla Presidenza, il Presidente del Gruppo di Microelettronica, Forlani, il Presidente del Gruppo di Televisio-

ne e Videonica, Cappuccini, il Presidente del Gruppo di Telecomunicazioni, Valentino, il Presidente del Gruppo Affidabilità dei sistemi elettrici ed elettronici, Gagliardi, il Direttore della rivista « L'Elettrotecnica » Regoliosi e il Direttore della rivista « Alta Frequenza » Gatti.

Hanno firmato il foglio di presenza i Presidenti, i Consiglieri Delegati e i Segretari delle Sezioni:

Adriatica: Schiasselloni (Segretario), *Bologna*: Corini (Presidente), Barozzi, Zanobetti, *Catania*: Catalano (Presidente), *Calabra*: Lupinacci (Segretario), *Firenze*: Porta, Foà (Segretario), *Ligure*: Pezzoni (Presidente), *Livorno*: Guiraud (Presidente), Dalmazzo, *Lucana*: Barbato (Presidente), *Milano*: Segre (Presidente), Bernardelli, Carassa, Carrara, Zocchi, Aiminio (Segretario), *Napoli*: Bruno, (Presidente), Mongelluzzo (Segretario), *Palermo*: Riva Sanseverino (Segretario), *Pugliese*: Di Chio (Segretario), *Roma*: Colombo (Presidente), Venturini, *Sarda*: Sanna, *Trentino-Alto Adige*: Menegazzo (Presidente), *Torino*: Villa (Presidente), Bortolotti, Moretti, Paladino, *Veneta*: Alocco.

Sono rappresentati per delega gli ex Presidenti Generali Someda e Tedeschi, il Vice Segretario Peterlongo, i Presidenti, i Segretari e i Consiglieri Delegati delle Sezioni:

Adriatica: Bevilacqua (Presidente), Cocco, *Bologna*: Burgatti, *Calabra*: Loizzo (Presidente), Ferraro, Ricciotti, *Firenze*: Redi, Saccenti, *Ligure*: Finzi, Trizio, *Livorno*: Fusini (Segretario), *Lucana*: De Luca Picione, *Milano*: Bertagnolli, Bussolati, Magenta, Motolese, Ricossa, Vergani, *Napoli*: Montedoro, Perez de Vera, Roscia, *Palermo*: Gagliardo, Romano (Presidente), *Pugliese*: Caroli (Presidente), De Leo, Pugliese, *Roma*: Faro, Pini, *Sarda*: Sechi, Zattini, *Torino*: Bellomo, Donati, Rava, *Veneta*: Lepschy (Presidente), Paolucci, Sbrissa, Vignuda, Zingales.

Hanno pregato di giustificare l'assenza: Baldi, Biorci, Bosisio e De Pol.

Risultano presenti di persona o per delega 70 Consiglieri su 127 e perciò il Consiglio è legalmente costituito ai sensi dell'art. 34 dello Statuto AEI.

Alle ore 10,20 il *Presidente* dichiara aperta la seduta e, dopo un cordiale saluto ai presenti e un particolare benvenuto ai Consiglieri di nuova nomina (tra i quali i Presidenti delle Sezioni di Livorno, Sarda e Torino) passa allo svolgimento dell'ordine del giorno.

1) *Approvazione del verbale della seduta precedente (Milano, 1° Aprile 1977)*

Il *Presidente* informa che sulla minuta del verbale, pubblicata nel fascicolo del mese di giugno 1977 de « L'Elettrotecnica », non sono pervenute osservazioni e poichè nessuno dei presenti ha osservazioni da fare, dichiara approvato il verbale.

2) *Comunicazioni della Presidenza*

a) *Soci defunti.* Il Presidente ricorda i colleghi della cui scomparsa si è avuta notizia dopo l'ultimo Consiglio e ne legge l'elenco, invitando i presenti ad un breve raccoglimento in omaggio alla loro memoria.

Sono mancati:

Sezione di Bologna: Sabbadini Quirino. *Sezione di Firenze*: D'Arbela Alfredo (Benemerito - Presidente Sezione dal 1953 al 1955 e dal 1965 al 1967). *Sezione di Milano*: Branca Alberto, Caccia Giovanni, Calvelli Ferruccio, Carapezza Enzo, Dell'Orto Giovanni, Petrelli Ivo, Rotta Francesco (Emerito), Ruberti Carlo. *Sezione di Napoli*: Calvanese Felice (Emerito) Di Salle Francesco Paolo (Emerito), Parente Enrico. *Sezione di Palermo*: Montalto Ennio Serafino, Riccobono Emanuele (Junior). *Sezione Pugliese*: Gallesi Vittorio. *Sezione di Roma*: Fabi Renato (Emerito). *Sezione di Torino*: Merlini Raffaele (Emerito - Presidente Sezione dal 1959 al 1961). *Sezione Trentino - Alto Adige*: Montagni Ciro (Benemerito - Emerito). *Sezione Trieste*: Ferluga Giuseppe - Furlan Nicolò (Emerito). *Sezione Veneta*: Foltran Oscar (Emerito).

Il Presidente ricorda con un particolare accenno i colleghi: Branca Alberto, Carapezza Enzo, D'Arbela Alfredo, Gallesi Vittorio, Montagni Ciro, dei quali le riviste AEI hanno pubblicato o pubblicheranno particolari necrologi.

b) *Situazione Soci.* Il numero attuale di Soci è 9 923 di fronte a 9 815 Soci esistenti al 31-8-1976, con un aumento complessivo di 108 Soci. L'aumento è dovuto a 2 107 nuove iscrizioni e a 1 999 cancellazioni. I Soci sono costituiti da (tra parentesi i dati al 31-8-1976): Individuali 7 357 (6 589) Emeriti 214 (217) Juniores 1 704 (2 395) Collettivi 642 (616).

Il numero dei Soci juniores divenuti individuali è 995 contro 267 dell'analogo periodo dello scorso anno.

Il Presidente ricorda l'importanza dell'azione dei Consiglieri di Sezione per il ricupero dei Soci morosi e sollecita le Sezioni inadempienti a compilare e spedire all'U.C. l'elenco dei Soci non in regola alla data del 30 aprile, condizione indispensabile per fruire della riduzione dei contributi. Osserva poi che pure notandosi un lieve aumento nel numero totale dei Soci, lo elevato numero di cancellazioni impone la ricerca di soluzioni atte a creare motivi sufficienti nei Soci per continuare a far parte dell'AEI.

Il numero dei Soci all'estero alla data dell'ultimo Consiglio era di 91. Sono state presentate 2 domande di ammissione: BONETTI ing. José (Brasile) e CLAYTON Bezzan (Brasile), la cui accettazione è di competenza del Consiglio Generale che approva all'unanimità. La situazione attuale è perciò di 93 Soci all'estero.

c) *Riconoscimenti ai Soci.* A termini di Statuto verrà proposta all'Assemblea la proclamazione a Soci benemeriti dei colleghi ing. Ermenegildo Cavestro, prof. Luigi Dadda (con effetto retroattivo dal 1968, anno dal quale ne aveva titolo), prof. Antonio Lepschy e ing. Pietro Lupinacci, per avere contribuito in modo particolare allo sviluppo dell'AEI.

Il *Presidente* comunica che alla fine del corrente anno compiranno 50 anni di appartenenza all'AEI e saranno proposti all'Assemblea per la proclamazione a Soci Emeriti i colleghi: *Sezione Adriatica*: Tassi Mario. *Sezione di Bologna*: Andreatto Giorgio, Berlinzani Pietro, Dalla Casa Leo. *Sezione Ligure*: Arnaldi Giovan Battista, Manicardi Ernesto. *Sezione di Livorno*: Poggi Lorenzo, *Sezione di Milano*: Bertani Giuseppe, Corbellini Giannino, Raimondi Enrico. *Sezione di Palermo*: Campagna Angelo. *Sezione di Roma*: Rodinò di Miglione Marcello. *Sezione di Torino*: Fiegna Edmondo, Sartorio Augusto, Vaccari Giampaolo. *Sezione Veneta*: Benedet Giuseppe Antonio. *Sezione Soci all'estero*: Sacerdote Giorgio.

Sono inoltre da proclamare Soci Fedeli i Soci che hanno compiuto 25 anni di associazione all'AEI. Si tratta di 131 Soci individuali e di 5 Collettivi i cui nomi verranno pubblicati sulle riviste.

Sono state assegnate targhe di merito ai *Soci Gariel Enrico, Lavri Edoardo, Onano Giovanni, Serra Luciano e Simoncini Ugo* della Sezione Sarda per avere procurato almeno dieci nuovi Soci ciascuno.

Durane il Pranzo sociale di mercoledì 21 Settembre sarà consegnata al Socio ing. *Lucio Mayer* la medaglia Roman Podoski che gli è stata assegnata dalla SEP Associazione Elettrotecnica Polacca in riconoscimento

della sua notevole attività nel campo della trazione elettrica.

Il Consiglio applaude lungamente all'indirizzo dei nuovi Soci Benemeriti, Emeriti e Fedeli, ai Soci insigniti con le targhe di merito e all'ing. Mayer.

d) *Attività delle Sezioni.* Le Sezioni hanno comunicato d'aver svolto, nel periodo dal 1 settembre 1976 al 31 agosto 1977, 211 manifestazioni di cui 174 riunioni culturali e 37 gite e visite tecniche. Nel corrispondente periodo dell'anno precedente il numero delle manifestazioni era stato di 188. Sono in testa le Sezioni di Bologna, Milano, Roma e Torino con più di 20 manifestazioni.

L'Istituto Elettrotecnico della Facoltà di Ingegneria di Bari e la Sezione Pugliese dell'AEI, hanno organizzato il giorno 12 maggio 1977 nella sede della Facoltà di Ingegneria una Tavola Rotonda sul tema: « Messa a terra e Prevenzione dell'Infortunio Elettrico ».

Il 7 giugno 1977 si è tenuta a Milano presso la FAST una Giornata di studio sul tema: « Il riconoscimento di conformità alle Norme per i prodotti e gli impianti elettrici a destinazione civile ». Essa è stata organizzata dalla Sezione di Milano dell'AEI, in collaborazione col CEI, con l'intervento di numerosi esperti del settore.

La Sezione di Trieste ha organizzato nei giorni 29-30 giugno e 1° luglio 1977 un Simposio sul tema: « L'Elaboratore elettronico nella strumentazione biomedica » che ha avuto notevole successo.

e) *Gruppi specialistici.* La situazione numerica dei Soci aderenti ai Gruppi specialistici è la seguente (in parentesi la situazione al 31-8-1976):

Microelettronica	531	(530)
Telecomunicazioni	859	(819)
Televisione e videonica	489	(481)
Tecnologie didattiche	436	(435)
Ingegneria dei sistemi	246	(234)
Affidabilità dei sistemi	315	—

Quest'ultimo Gruppo è stato costituito dopo il parere favorevole del Consiglio di primavera e il relativo annuncio è apparso sui numeri di Giugno di entrambe le riviste. Si appoggia alla Sezione di Napoli e alla sua Presidenza è stato nominato il prof. Francesco Gagliardi della stessa Sezione di Napoli.

E' allo studio la formazione del Gruppo « Trazione Elettrica » proposto dal prof. Malusardi, che secondo le indicazioni emerse sembra opportuno debba appoggiarsi alla Sezione di Firenze.

Il *Presidente* chiede se qualche Consigliere desidera intervenire sui punti trattati. *Villa,* anche a nome del prof. Egidi, propone la formazione di due nuovi Gruppi che abbiano per argomento la Compatibilità elettromagnetica e la Bioingegneria. *Dadda* rilevando la crescente tendenza ad aumentare il numero dei Gruppi chiede se il Consiglio è in generale favorevole e in secondo luogo se pur mantenendo l'appoggio dei Gruppi alle Sezioni come previsto dal regolamento provvisorio, non si ritenga opportuno che la Presidenza Generale, in accordo con le Sezioni cerchi di realizzare una distribuzione più armonica dei Gruppi presso le varie Sezioni. Suggerisce pertanto che l'esame di tutte le proposte di costituzione di nuovi Gruppi venga affidata a esperti dei settori interessati, allo scopo di raccogliere le idee dei promotori, di consigliare la sede più opportuna, di esaminare se nel campo esistono altre forme associative consimili, di definire le funzioni del costituendo Gruppo e di fare proposte al Consiglio Generale per l'eventuale successivo proseguimento delle procedure previste dal regolamento provvisorio. Il Consiglio approva e dà mandato in tal senso alla Presidenza Generale cui dovranno pervenire, assieme alla proposta di formazione dei nuovi Gruppi, anche segnalazioni di due o tre esperti che possano ricevere questo incarico.

Segue un interessante dibattito cui partecipano *Bianchi, Bruno, Carassa, Colombo, Corini, Dal Monte, Faletti, Gigli, Moretti, Pezzoni, Ricca* e *Villa* da cui emerge la opportunità di proseguire sulla via della formazione di Gruppi specialistici secondo l'attuale regolamento; si auspica che l'attività dei Gruppi venga svolta presso un maggior numero di Sezioni, le quali però dovrebbero farsi parte diligente presso i Gruppi, integrando così l'organizzazione territoriale con quella specialistica dell'AEI. *Dadda* accenna alla ricerca di soluzioni dei problemi derivanti dall'estendersi delle specializzazioni anche in sede EUREL ove si sta studiando la possibilità di trasformare alcune riviste nazionali (ad es. A.F.) in riviste europee ciascuna specializzata in un particolare settore. Proseguendo nelle proposte di nuovi Gruppi, *Dadda* pone il problema dello studio dei « curricula » scolastici e in particolare la analisi della professione di ingegnere e delle carriere, problema che investe studenti, diplomati, laureati, scuole, ordini professionali, industrie e enti. La soluzione potrebbe essere trovata ampliando e ristrutturando il Gruppo esistente di « Tecnologie didattiche » cambiandone eventualmente la denominazione. *Moretti e Pezzoni* si associano. *Colombo* ritiene che l'argomento sia talmente importante da investire tutta l'AEI e non soltanto un suo Gruppo specialistico. *Carassa* ricorda l'esistenza di una Società Europea per la formazione degli ingegneri, che terrà nel 1978 un Convegno a Pavia. *Gigli* richiamandosi alla proposta Villa appoggia la formazione di un Gruppo sulla Bioingegneria anche in relazione alla riforma sanitaria di prossima attuazione, ma ritiene che l'AEI dovrebbe limitarsi a considerare gli aspetti più attinenti al proprio campo d'interessi (ad es. « Elettronica e medicina »); il titolo definitivo dovrà essere proposto dagli esperti che saranno chiamati ad esaminare tutti gli aspetti del gruppo in accordo col mandato conferito alla Presidenza Generale. *Cappuccini* ricorda l'esistenza di una Associazione di ingegneria medica e biologica, facente parte di una federazione internazionale. *Bruno* ricorda che detta Associazione ha tenuto recentemente una propria riunione a Sorrento. *Forlani,* rispondendo a Dadda, conferma che il Gruppo di microelettronica ha trattato l'argomento di microelaboratori in diverse manifestazioni del Gruppo. *Cappuccini* chiede alla Presidenza di convocare i Presidenti dei Gruppi esistenti allo scopo di esaminare congiuntamente i problemi singoli e comuni e di scambiarsi le esperienze fatte. *Dadda* è d'accordo e aggiunge che ritiene opportuna anche la presenza dei Presidenti di Sezione.

f) *Partecipazioni e patronati.* Il 20 giugno 1977 la FAST ha organizzato una Giornata di Studio nell'ambito della ricerca su condizioni e proposte per lo sviluppo dell'industria elettronica nazionale. Il tema, che riguardava il settore telecomunicazioni, è stato presentato dall'ing. Dal Monte.

L'AEI ha dato il proprio patronato alla « I Conferenza Europea sui Sistemi ottici e applicazioni » che si terrà a Brighton (Inghilterra) nell'aprile 1978 e al « IV Simposio sulla Compatibilità elettromagnetica » che si terrà a Breslavia (Polonia) nei giorni 13-15 Settembre 1978.

Il Vice Segretario Generale ing. Peterlongo ha partecipato in rappresentanza dell'AEI all'Assemblea annuale della Associazione Svizzera che ha avuto luogo a Lucerna dal 9 all'11 settembre 1977.

Il *Presidente* ringrazia il Socio ing. Basilio Catania che ha rappresentato l'AEI al « 1977 International Con-

ference on Integrated Optics and Optical Fiber Communications (IOOC '77) » Tokyo 18-20 luglio, ove alla nostra Associazione è stato riservato un ottimo trattamento e un'alta considerazione da parte degli organizzatori.

L'AEI ha dato il proprio patronato al « Forum mondiale delle telecomunicazioni » che si terrà a Ginevra dal 24 al 26 settembre 1979 e ha designato quale proprio rappresentante nelle Commissioni dei Programmi tecnico e di coordinamento il Vice Presidente ing. Giorgio Dal Monte.

g) *Attività internazionali.*

CIRED. La quarta Conferenza internazionale ha avuto luogo a Londra dal 23 al 27 maggio 1977. Sono stati trattati temi riguardanti i progetti e la pianificazione delle reti di distribuzione aeree ed in cavo per usi civili e industriali, e le apparecchiature di sottostazione. Il Comitato Italiano ha contribuito con 5 memorie. Durante una riunione informale tenuta al termine della Conferenza alcuni partecipanti hanno fatto rilevare lo scarso apporto di partecipazione e di memorie da parte dell'industria utilizzatrice. Questa dovrebbe essere maggiormente sensibilizzata data l'importanza che per essa rivestono i sistemi di distribuzione di energia elettrica. Il 29 giugno 1977 si è riunito a Milano il Comitato Italiano presieduto dal prof. Faletti. Sono stati esaminati i temi preferenziali per la prossima riunione internazionale che avrà luogo in Belgio nel 1979 ed è stato deciso di costituire in seno al Comitato un Sottocomitato formato dai rappresentanti delle principali industrie utilizzatrici per realizzare quanto auspicato in tale settore.

IEEE. L'accordo AEI-IEEE scadrà alla fine del corrente anno e l'IEEE ne ha proposto il rinnovo per altri due anni. La Presidenza Generale è favorevole e il Consiglio Generale approva il rinnovo all'unanimità.

I Soci cumulativi AEI-IEEE che hanno rinnovato l'iscrizione per il 1977 sono 441 su 740 Soci IEEE in Italia. La situazione al 31-8-1976 era di 462 Soci cumulativi su 735.

EUREL. L'Assemblea Generale ha avuto luogo l'8 settembre 1977 all'Aja con la partecipazione del prof. Dadda e dell'ing. Bianchi e ha eletto l'ing. Antti Potila dell'Associazione finlandese alla Presidenza per il 1978, mentre per la Segreteria è stato confermato l'ing. Fleischer. Detta Assemblea ha approvato una mozione sulla congestione delle frequenze usate nelle telecomunicazioni. In una riunione informale si è ripresa la discussione sui problemi di etica professionale. *Bianchi* si incarica di redigere un resoconto dei lavori dell'Assemblea, che sarà pubblicato sulle riviste, insieme con le mozioni approvate.

Tramite EUREL è pervenuta dalla Associazione Elettrotecnica Inglese (IEE) una offerta di conferenze registrate e di films tecnico scientifici in inglese. Le Sezioni interessate potranno rivolgersi all'Ufficio Centrale per ulteriori informazioni.

EUROCON. Gigli riferisce che la Conferenza ha avuto luogo dal 3 al 7 maggio presso la Fondazione Cini all'Isola di San Giorgio Maggiore - Venezia e ha raccolto un notevole successo scientifico ed organizzativo riconosciuto anche dagli stranieri. Il numero di partecipanti, provenienti da tutti i continenti, è stato di circa 700 persone. Il bilancio economico si è chiuso con un modesto attivo grazie anche alla collaborazione gratuita della SIT Siemens, Sip, ENEL. Come già detto, l'organizzazione del Convegno era stata affidata all'AEI e *Dadda* ringrazia i Presidenti dei Comitati costituiti per l'EUROCON Gigli, Carassa, Dal Monte e tutti i loro collaboratori per il loro appassionato contributo; ringrazia inoltre il personale dell'Ufficio Centrale e l'ing. Sabattini per il loro attivo e fervido lavoro. Il Consiglio applaude al loro indirizzo.

h) *Pubblicazioni.* Si sono purtroppo verificati ritardi nell'uscita delle riviste e specialmente per « l'Elettrotecnica » a causa delle agitazioni avvenute nel settore grafico editoriale per il rinnovo dei contratti di lavoro, che ha comportato aumenti notevoli dei costi tipografici specialmente per « l'Elettrotecnica »; di conseguenza la stampa della rivista è stata affidata alla stessa tipografia Pinelli che stampa « Alta Frequenza ». *Moretti* propone, e col parere favorevole del Consiglio la Presidenza accetta, di studiare le modalità di inserire nelle riviste una rubrica di offerte di lavoro. A scopo promozionale la rubrica sarà temporaneamente gratuita per le Ditte socie collettive dell'AEI e per gli inserzionisti che abbiano in corso un contratto di pubblicità.

3) *Riunioni Annuali.*

Il *Presidente* comunica che la 78ª Riunione Annuale di Como ha raccolto sinora 380 iscrizioni fra cui 58 Signore. Al Pranzo sociale risultano iscritti 89 Soci e 31 Signore e 30 invitati hanno annunciato la propria partecipazione. Le memorie presentate sono state 86. Si terrà una Tavola Rotonda sul tema: « Nuovi orientamenti nel campo dei trasduttori elettro-ottici per la ripresa e la presentazione delle immagini » organizzata dal Gruppo di Televisione e Videonica. Durante la cerimonia inaugurale del pomeriggio, sarà commemorata, a cura del prof. Gatti, la figura di A. Volta nel 150° anniversario della sua scomparsa.

Il *Presidente* ricorda al Consiglio che il tema preferenziale per la 79ª Riunione Annuale emerso durante la seduta precedente e nei successivi contatti con le Sezioni riguardava la conservazione dell'energia e propone il titolo « L'energia elettrica dalle fonti primarie alla utilizzazione. Economia e risparmio energetico ». Il Consiglio approva e si passerà alla ricerca dei Relatori e alla suddivisione in sottotitoli.

Gigli propone di trattare anche un secondo tema di carattere più specificatamente elettronico quale potrebbe essere « Telecomunicazioni con mezzi mobili » tema di grande attualità che richiamerebbe molte adesioni. Il Consiglio approva anche questo tema e *Dadda* suggerisce di coinvolgere il Gruppo di Telecomunicazioni per la designazione dei relatori, la suddivisione in capitoli, la ricerca e la selezione delle memorie. Il Consiglio è d'accordo e *Valentino* assicura la propria disponibilità. *Gigli* prosegue suggerendo di tenere anche una Tavola rotonda che potrebbe rappresentare la prima manifestazione del costituendo Gruppo che si occuperà di bioingegneria; in particolare sembra che l'argomento della telemedicina possa destare notevole interesse. *Dadda* risponde che il suggerimento merita la massima considerazione; riferisce poi che la Sezione Calabra ha riconfermato il desiderio di ospitare la Riunione Annuale del 1978 e dà la parola a *Lupinacci* che fornisce alcuni dati che riguardano le località di Catanzaro, Isola di Capo Rizzuto (Valtur) e la zona compresa tra Vibo Valentia e Tropea. L'offerta della Calabria viene accettata e la sede potrà essere scelta dopo ulteriori accertamenti. Il Consiglio applaude ringraziando la Sezione Calabra.

Dadda fa presente che nel corso del prossimo Consiglio di primavera dovrà essere proposto in via preliminare il tema o i temi per l'80ª Riunione Annuale del 1979. Per permettere un migliore orientamento dei Consiglieri, ritiene opportuno che al prossimo Consiglio possa essere distribuito un elenco di suggerimenti e pertanto prega i Consiglieri di inviare proposte scritte alla Presidenza Generale, dopo aver sentito i pareri dei

propri Consigli di Sezione. Per quanto riguarda la Sede esiste una offerta della Sezione Ligure.

4) *Premi e borse di studio*

Premi IEL e 3M ITALIA S.p.A. Il Presidente comunica che l'Assemblea sarà chiamata a sanzionare l'assegnazione dei Premi IEL e 3M ITALIA S.p.A. per i quali la Commissione aggiudicatrice, composta da Faletti, Cavina, Galante, Velcich, De Pol, Lunelli, Gatti, Regoliosi e Mayer, ha proposto di assegnare il Premio IEL 1976 ex-aequo alla memoria: *P. Camposano - L. Lanzavecchia - O. Santanera* « Evoluzione nei concetti progettativi di locomotive elettriche ad ampia versatilità di utilizzazione » e al gruppo di due memorie: *Caparello P. - Rizzi C.* « Il pulsore e l'autochopper: nuovi convertitori statici per l'azionamento dei motori di trazione in corrente continua e l'alimentazione dei servizi ausiliari di bordo nelle locomotive e motrici elettriche » e *Rizzi C.* « Locomotive elettroniche per le Ferrovie dello Stato; la scelta del sistema di trazione ».

Solamente gli Autori Soci dell'AEI *Paolino Camposano, Lorenzo Lanzavecchia, Oreste Santanera e Carlo Rizzi* avranno diritto al premio.

La Commissione ha proposto di assegnare il Premio 3M ITALIA S.p.A. ex aequo alle due memorie: *R. Camus - A. D'Amore - P. Sipala* « Ottimizzazione del coordinamento di impianti semaforici » e *R. Dalmazzo - C. Marola.* « Indagine teorico-sperimentale sul sistema di sospensione magnetica ad attrazione ».

Il Premio verrà attribuito agli Autori Soci dell'AEI: *Roberto Camus, Renzo Dalmazzo e Giovanni Marola.*

Le motivazioni per l'assegnazione dei suddetti premi saranno pubblicate in questo stesso numero della rivista.

Per il 1978 saranno in assegnazione i due Premi AEI « Pubblicazioni » e « Ricerche » e i Premi « Vallauri » e « Bonazzi »; il Consiglio deve nominare la Commissione esaminatrice per la cui composizione la Presidenza propone: Regoliosi (delegato dal Presidente Generale e Presidente della Commissione) Gatti, Marenesi, Gasparini e Di Lecce (membri), Donati (segretario).

Un applauso del Consiglio sanziona la proposta.

Sarà in assegnazione anche il premio « Castellani » per il quale la Commissione, nominata dal Presidente Generale, è composta da: Faletti (per delega del Presidente Generale e Presidente della Commissione), Angelini, De Pol e Genesio (membri), Donati (Segretario).

E' in assegnazione anche il Premio « Barbagelata » per il quale la Commissione è composta dal Presidente Generale o da un suo delegato e dai Direttori delle due riviste « L'Elettrotecnica » e « Alta Frequenza ».

Sono aperti i concorsi per le Borse di studio Cameli, Belotti e Volta per la quale l'IEEE ha approvato l'aumento dell'importo a 4 000 dollari a partire dall'anno accademio 1978-79 per permettere a un neo laureato in ingegneria elettrotecnica o elettronica di seguire un corso di perfezionamento negli Stati Uniti. I fondi sono sufficienti per assegnare ancora due o tre Borse ad anni alterni, ma nel frattempo si spera che possano essere trovate sovvenzioni per permettere, se possibile, la continuazione annuale della Borsa.

5) *Cicli misure.*

Il *Presidente* informa che i risultati del Ciclo sulle « Scariche parzali », forniti dal prof. Zingales, verranno pubblicati sul numero di settembre della rivista « L'Elettrotecnica ».

Sul Ciclo « Misure di velocità di fase su linee a microstriscia nella gamma 1 - 12,4 GHz », *Faletti* dà lettura della lettera del prof. Civalleri nella quale si comunica che, superata ogni difficoltà nell'approvvigionamento dei campioni, il Ciclo avrà inizio il 1° ottobre presso laboratori industriali (Cselt, Elettronica S.p.A., Selenia e Contraves) e universitari (Bari, Bologna, Genova, Padova, Palermo, Roma e Torino).

6) *Comitato Elettrotecnico Italiano.*

Il *Presidente* si congratula con Barozzi per la sua rielezione a Presidente del CEI. Barozzi, prende la parola e segnala che essendo scadute anche le cariche dei Consiglieri, il Consiglio è stato ricostituito sulla base delle indicazioni dei Soci. Da parte dell'AEI sono stati nominati Consiglieri per il triennio 1977-79: l'ing. Giorgio Dal Monte, il prof. Luigi Dadda e il prof. Paolo Soardo. Sono stati eletti Vice Presidente l'ing. Giorgio Dal Monte, il dott. Mario Latis e il prof. Teo Leardini. L'ing. Emilio Camagni è stato riconfermato alla carica di Segretario Generale. Anche i Comitati Tecnici sono stati rinnovati.

Barozzi informa che l'invito del CEI a tenere la prossima Riunione Generale della IEC in Italia è stato accettato e la riunione sarà tenuta a Firenze dal 19 al 30 giugno 1978. Ricorda poi che l'attività normativa del CEI è stata considerevole. Negli ultimi sei mesi sono state emesse 10 Norme, 6 Supplementi e sono stati portati a termine 30 Progetti di Norme.

Il Consiglio applaude all'indirizzo del prof. Barozzi e dei neo eletti alle cariche sociali del CEI.

7) Il *Presidente* comunica che, a termini di Statuto, la Assemblea Generale del 21 settembre dovrà nominare il nuovo Consiglio dei Revisori dei conti perchè tutti i membri effettivi attuali non desiderano essere riconfermati. La Presidenza proporrà all'Assemblea Generale del 21 corr. come Presidente il rag. Carlo Colonetti, come membri effettivi il prof. Piero De Pol, già membro supplente, e il dott. ing. Giulio Roncoroni, come membri supplenti il dott. ing. Antonio Munegato e il dott. ing. Carlo Malaguti. *Dadda* esprime un vivo ringraziamento al Collegio uscente e in particolare al dr. Luigi Rivieccio la cui assidua opera è stata di grandissimo aiuto all'AEI nel trascorso triennio, nel quale è stato necessario adempiere a numerosi nuovi compiti fiscali e tributari.

La situazione di gestione si presenta difficile e fa prevedere per il 1977 un disavanzo di circa 25 milioni a causa del notevole aumento delle spese, non compensato dal modesto aumento dei proventi. Utilizzando accantonamenti degli esercizi precedenti, il passivo potrà ridursi a circa 9 milioni. Per far fronte alle difficoltà di gestione, che nel 1978 si prevedono maggiori, occorre aggiornare le tariffe pubblicitarie, attualmente inadeguate, e alcune quote sociali, ferme da quattro anni. Queste ultime dovranno essere fissate dalle Sezioni alle quali *Dadda* propone un aumento del contributo di L. 2 000 (circa il 17%) per ogni Socio individuale, di lasciare invariate le quote dei Soci juniores e dei Soci collettivi di I categoria (entrambe ritoccate lo scorso anno), di aumentare da L. 25 500 a L. 30 000 il contributo relativo ai Soci collettivi di II categoria; e propone inoltre di aumentare da L. 20 000 a L. 25 000 la quota dei Soci all'estero. Contributi e quote resterebbero invariati per i Soci collettivi delle categorie superiori alla II poichè è tuttora in corso l'azione di aggiornamento delle attribuzioni di categoria in base ai capitali sociali attuali e ciò porterà ad assegnazioni in categorie superiori con conseguente aumento delle quote. A richiesta di *Riva Sanseverino, Sabattini* precisa che per pareggiare il bilancio del 1978 si ritiene necessario che i proventi aumentino di almeno 35 ML dei quali 20 ML potrebbero essere reperiti con un aumento di circa il 30% sulle tariffe publicitarie e 15 ML mediante i proposti aumenti dei contributi e l'aumento delle quote per i Soci all'estero. *Bianchi* raccomanda al

Consiglio di approvare modesti ma regolari aumenti annuali per evitare che la galoppante inflazione costringa a forti aumenti se fatti ad intervalli maggiori.

Il Consiglio approva tutte le proposte all'unanimità.

8) *Varie ed eventuali*

Il *Presidente* informa che il Consiglio Direttivo dell'IMQ, da cui era pervenuta la proposta di costituire un Ente che si occupasse del controllo degli impianti elettrici negli edifici civili (Contrimel), è orientato ad attendere gli sviluppi che derivano dall'applicazione della legge sulla riforma sanitaria. A parere di *Faletti* tale compito potrebbe essere affidato all'ENPI di cui molte delle funzioni attuali dovrebbero essere assorbite dalle Regioni. *Bianchi* riferisce che la proposta IMQ era nata da uno scambio di idee con ENEL e ANIE cui seguirono varie richieste di pareri tra cui all'AEI; l'AEI potrebbe rispondere, in termini generici, di ritenere prematuro un esame dettagliato delle modalità di attuazione del controllo degli impianti ma, rendendosi conto dell'importanza del problema, di essere favorevole all'iniziativa e disponibile ad esaminare proposte specifiche.

Il *Presidente* chiede se ci sono altri interventi da parte dei Consiglieri e, non essendoci richieste, prima di chiudere la seduta rivolge un vivo plauso al prof. Carassa per essere stato uno degli ideatori e il principale artefice del successo internazionale che l'Italia ha avuto nel campo spaziale col lancio del satellite Sirio. Il Consiglio applaude lungamente all'indirizzo del prof. Carassa.

La seduta è tolta alle ore 12,40.

*

Minuta di Verbale dell'Assemblea Generale Ordinaria dell'AEI.

(Como, 21 settembre 1977)

L'Assemblea Generale regolarmente convocata con invito pubblicato sul numero di luglio 1977 de « L'Elettrotecnica », essendo andata deserta in prima convocazione indetta per il 18 settembre alle ore 8,00, si è riunita in seconda convocazione presso la Villa Olmo di Como, alle ore 17,30 del 21 settembre, con il seguente:

ORDINE DEL GIORNO

1) Approvazione del verbale della Assemblea precedente (Milano, 1° aprile 1977) pubblicato nel fascicolo di giugno della rivista « L'Elettrotecnica » 1977, pag. 517.
2) Relazione e comunicazioni della Presidenza.
3) Soci Emeriti, Benemeriti e Fedeli.
4) Premi e Borse di studio.
5) Nomina dei Revisori dei conti.
6) Eventuali e varie.

Presiede il Presidente Generale *Dadda* con i Vice Presidenti Generali *Gigli* e *Dal Monte* ed il Segretario Generale *Faletti*.

Alle ore 17,30 il *Presidente* dichiara aperta la seduta, valida in seconda convocazione, e dopo un cordiale benvenuto ai presenti passa allo svolgimento dell'Ordine del giorno.

1) *Approvazione del verbale della seduta precedente.*

Il *Presidente* informa che sul testo pubblicato nel fascicolo di giugno de « L'Elettrotecnica » non sono pervenute osservazioni e poichè nessuno dei presenti ha osservazioni da fare, il testo viene approvato.

2) *Relazione e comunicazioni della Presidenza.*

a) *Soci.*

— *Soci defunti.* Il *Presidente* rivolge un mesto pensiero alla memoria dei Soci defunti dei quali si è avuto notizia dopo l'Assemblea tenuta a Sorrento il 22 settembre 1976, e ne legge gli elenchi pubblicati nei verbali dei Consigli Generali del 1° aprile e del 18 settembre 1977, durante i quali sono stati particolarmente ricordati i colleghi che hanno lasciato più viva traccia nella vita dell'AEI, nel campo scientifico industriale. Il *Presidente* invita i presenti ad un breve raccoglimento nel ricordo dei colleghi defunti.

— *Situazione Soci.* Il numero attuale dei Soci è 9 923 di fronte a 9 815 esistenti al 31.8.1976, con un aumento di 108 Soci, dovuto a 2 107 nuove iscrizioni e a 1 999 cancellazioni. I Soci sono costituiti da (tra parentesi i dati al 31.8.1976): Individuali 7 357 (6 589), Emeriti 214 (217), Juniores 1 704 (2 395), Collettivi 642 (616). Il numero dei Soci juniores divenuti individuali è 995 contro 267 dell'analogo periodo dello scorso anno. Il numero di Soci all'estero è passato da 91 a 93.

La situazione complessiva dei Soci è riportata nelle tabelle « A » e « B ».

b) *Attività nazionali*

— *Sezioni.* Nel periodo dal 1.9.1976 al 31.8.1977 l'attività delle Sezioni è stata di 211 manifestazioni, di cui 174 riunioni culturali e 37 gite e visite tecniche contro 188 manifestazioni dell'anno precedente. Sono in testa con più di 20 manifestazioni le Sezioni di Bologna, Milano, Roma e Torino. Molte Sezioni hanno svolto manifestazioni di particolare rilievo (Simposi, Tavole Rotonde, Giornate di studio) di cui sono state date ampie notizie sulle Riviste.

— *Gruppi.* La situazione numerica dei Soci aderenti ai Gruppi specialistici è la seguente (in parentesi la situazione al 31.8.1976):

Microelettronica	531	(530)
Telecomunicazioni	859	(819)
Televisione e videonica	489	(481)
Tecnologie didattiche	436	(435)
Ingegneria dei sistemi	246	(234)
Affidabilità dei sistemi	315	—

Quest'ultimo Gruppo, costituito dopo il parere favorevole del Consiglio di primavera, si appoggia alla Sezione di Napoli e alla sua Presidenza è stato nominato il prof. Francesco Gagliardi della stessa Sezione di Napoli.

Il *Presidente* mette in rilievo le numerose proposte di incrementare le attività specialistiche fatte anche in sede di Consiglio Generale, ove si è parlato di nuovi Gruppi quali « Trazione elettrica » « Compatibilità elettromagnetica » « Bioingegneria » (nel settore che riguarda i rapporti tra elettronica e medicina). E' stato anche proposto un ampliamento del gruppo esistente di « Tecnologie didattiche » includendovi lo studio dei « curricula » scolastici e dei problemi connessi. Il Consiglio Generale ha dato mandato alla Presidenza di nominare Commissioni di esperti cui affidare l'incarico di studiare i problemi relativi alla costituzione di nuovi Gruppi e di fare raccomandazioni atte a orientare il prossimo Consiglio. *Malaguti,* osservando l'assenza attuale di gruppi di elettrotecnica di potenza, suggerisce che l'AEI appoggi un proprio Gruppo alla « Power Engineering Society » della IEEE. *Dadda* risponde che tale Gruppo sarebbe talmente vasto da raccogliere circa la metà degli iscritti all'AEI. *Mayer* ritiene che l'elettrotecnica di potenza debba essere strutturata in più Gruppi, ciascuno con interessi limitati (generazione, trasmissione, distribuzione ecc.). Segue una discussione cui parteci-

TABELLA A - *Situazione Soci al* 31 *agosto* 1977

SEZIONI	Em.	Vit.	Individ.	Junior.	Collettivi 1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	Perp.	TOTALI 31.8.77	31.8.76
ADRIATICA	2		196	45	15	2					5		265	261
BOLOGNA	5		439	108	26	9	5				3		595	586
CALABRA			220	35	16	1					2		274	354
CATANIA	1		266	104	9	2	1				2		385	298
FIRENZE	8		305	46	13	3	1		2		8		386	381
LIGURE	15		383	45	9	13	4	4	2		3		478	472
LIVORNO	3		168	47	16	2	1				2		239	240
LUCANA			157	28	6						2		193	196
MILANO	72	2	2 012	345	49	30	19	9	25	14	8	2	2 587	2 549
NAPOLI	20		552	198	24	9	3	1	1	2	6		816	776
PALERMO	3		207	55	6	2					4		277	306
PUGLIESE	1		293	107	15	1					3	1	421	400
ROMA	31		665	140	17	15	4	3	5	2	13		895	876
SARDA	4		158	86	3	2				2	3		258	271
TORINO	18		536	154	17	23	7	3	3	5	8		774	772
TRENTINO-A.A.	6		146	39	3	10	6	1			3		214	209
TRIESTE	5		168	29	7	3	2				3		217	234
VENETA	15		408	93	25	8	1	3			5		558	547
ESTERO	5		78			7						1	91	87
TOTALE	214	2	7 357	1 704	276	142	54	24	38	25	83	4	9 923	9 815

dal 31.8.76 al 31.8.77 sono stati iscritti Soci n. 2 107
dal 31.8.76 al 31.8.77 sono stati cancellati Soci n. 1 999
n. + 108

TABELLA B - *Variazione numero totale dei Soci*

CATEGORIA	SITUAZIONE AL 31.8.76	SITUAZIONE AL 31.8.77	AMMISS.	CANCELL.	VARIAZIONI +	VARIAZIONI —
Emeriti	212	214	20	18	2	
Vitalizi	3	2		1		1
Individuali	6 589	7 357	1 477	709	768	
Juniores	2 395	1 704	561	1 252		691
Collettivi						
cat. I°	264	276	22	10	12	
» II°	128	142	20	6	14	
» III°	50	54	5	1	4	
» IV°	23	24	1		1	
» V°	39	38	1	2		1
» VI°	25	25				
» VII°	83	83				
Perpetui	4	4				
TOTALE	9 815	9 923	2 107	1 999	801	693

Incremento 108

pano *Corbellini F., Tommazzolli, Regoliosi, Fabrizi* e *Valentino,* da cui emerge la conferma dell'interesse dei Soci alla formazione dei Gruppi, a condizione che siano attivi e promuovano incontri e manifestazioni di interesse. *Dadda* osserva che la nascita dei Gruppi deve continuare ad essere spontanea e che non si deve esitare a eliminare, come previsto dal regolamento provvisorio, i Gruppi che non mostrassero sufficiente attività. *Bianchi* ricorda che l'AEI, con la creazione dei Gruppi, dovrebbe poter frenare la tendenza degli specialisti a cercare forme associative indipendenti. *Segre* osserva che per alcune Sezioni minori esistono difficoltà ad accettare di appoggiare Gruppi specialistici. *Dadda* risponde che ogni Sezione dovrà continuare ad esercitare le attività di carattere generale. Per le attività specialistiche è opportuno un collegamento intersezionale. Le riviste AEI sono a disposizione dei Gruppi per comunicazioni, annunci di manifestazioni e pubblicazione di articoli. *Dadda* comunica che sono previsti incontri con i Presidenti dei Gruppi e con i Presidenti di Sezione per esaminare i problemi esistenti e per scambiare esperienze fatte.

— *Patrocini.* L'AEI ha dato la propria adesione e ha patrocinato intervenendo con propri rappresentanti a Convegni, Simposi e Seminari che si sono svolti o si svolgeranno in Italia e all'estero, il cui elenco risulta dal verale del Consiglio Generale.

— *Pubblicazioni.* Le agitazioni del settore grafico editoriale hanno causato ritardi e aumenti di costi delle riviste.

— *Riunioni Annuali.* La Riunione di Como ha raccolto 442 iscrizioni fra cui 66 Signore. Al pranzo sociale si sono iscritti 92 Soci e 40 Signore e hanno annunciato la loro partecipazione 30 invitati. Contemporaneamente alle Sedute tecniche si è svolta con molto successo la Tavola Rotonda organizzata dal Gruppo di Televisione e Videonica. La partecipazione dei Soci alle discussioni è stata sempre numerosa e attiva.

Per la Riunione Annuale del 1978, che si svolgerà in Calabria, il Consiglio ha scelto i temi: « L'energia elettrica dalle fonti primarie alla utilizzazione. Economia e risparmio energetico », che tratterà la scelta delle fonti energetiche, l'economia nella trasformazione in energia elettrica e nella sua utilizzazione e « Comunicazioni con mezzi mobili ». La suddivisione in capitoli sarà pubblicata in uno dei prossimi numeri delle riviste. Il programma tecnico relativo al secondo tema sarà curato in collaborazione col Gruppo di Telecomunicazioni.

Seguono alcuni interventi di *Barbato, Gatti, Regoliosi* e *Ricca* in relazione ai quali il *Presidente* propone alle Sezioni di cercare di programmare, nell'ambito delle loro attività, qualche manifestazione ove vengano trattati argomenti attinenti ai suddetti due temi, al fine di destare l'interesse dei Soci. *Gigli* è dell'opinione che in concomitanza con la prossima Riunione Annuale si dovrebbe tenere anche una Tavola Rotonda che svolga un tema relativo alle relazioni tra elettronica e medicina. *Dadda* ritiene questa possibilità subordinata agli sviluppi che avrà la proposta di costituzione del relativo Gruppo specialistico; aggiunge che esistono perplessità sulla opportunità di continuare a tenere Tavole Rotonde contemporaneamente allo svolgimento dei temi principali (che nel 1978 saranno due) per evitare dispersioni di Congressisti e per le possibili difficoltà di reperire il numero di sale necessarie senza prolungare le giornate a disposizioni per le discussioni.

Mayer mettendo in rilievo l'importanza dell'argomento proposto da Gigli, suggerisce di prenderlo in considerazione come tema o uno dei temi della Riunione Annuale del 1979, eventualmente ampliandone il contenuto. *Alberti* fa rilevare l'attualità della Telemedicina diagnostica e terapeutica.

c) *Attività internazionali.*

CIRED. La quarta Conferenza internazionale ha avuto luogo a Londra dal 23 al 27 maggio 1977. Sono stati trattati temi riguardanti i progetti e la pianificazione delle reti di distribuzione aeree ed in cavo per usi civili e industriali, e le apparecchiature di sottostazione. Il Comitato Italiano ha contribuito con 5 memorie. Il Comitato Italiano presieduto dal prof. Faletti ha esaminato, nella riunione del 29 giugno 1977, i temi preferenziali per la prossima riunione internazionale che avrà luogo in Belgio nel 1979, ed è stato deciso di costituire in seno al Comitato un Sottocomitato formato dai rappresentanti delle principali industrie utilizzatrici per realizzare quanto auspicato in tale settore.

IEEE. L'accordo AEI/IEEE scadrà alla fine del corrente anno e l'IEEE ne ha proposto il rinnovo per altri due anni. Il Consiglio Generale ha espresso parere favorevole e l'Assemblea ratifica all'unanimità il rinnovo.

I Soci cumulativi AEI-IEEE che hanno rinnovato l'iscrizione per il 1977 sono 441 su 740 Soci IEEE in Italia. La situazione al 31.8.1976 era di 462 Soci cumulativi su 735.

EUREL. L'Assemblea Generale ha avuto luogo l'8 settembre 1977 all'Aja con la partecipazione del prof. Dadda e dell'Ing. Bianchi e ha eletto l'Ing. Antti Potila, dell'Associazione finlandese, alla Presidenza per il 1978. Il Comitato Esecutivo è composto dai rappresentanti Francese, Tedesco, Inglese, Spagnolo, Austriaco. La Segreteria è stata confermata al Dr. Fleischer, Segretario Generale del VDE. Una relazione sulle discussioni svolte sarà pubblicata in uno dei prossimi numeri delle riviste.

EUROCON. La Conferenza ha avuto luogo dal 3 al 7 maggio presso la Fondazione Cini all'Isola di San Giorgio Maggiore - Venezia e ha raccolto un notevole successo scientifico ed organizzativo. Il numero di partecipanti, provenienti da tutti i continenti, è stato di circa 700 persone. Il *Presidente* ringrazia a nome di tutti i Soci il Presidente del Comitato organizzatore, prof. Gigli, e tutti gli enti e persone che hanno contribuito all'ottima riuscita della Conferenza. *Bianchi* comunica che il prossimo EUROCON si terrà nel 1980 a Stoccarda e che il prof. Gigli è stato delegato a rappresentare l'AEI nel Comitato organizzatore.

3) *Riconoscimenti ai Soci.*

— *Soci Benemeriti.* Il *Presidente* propone all'Assemblea la proclamazione a Soci Benemeriti dei colleghi ing. *Ermenegildo Cavestro,* prof. *Luigi Dadda,* (con effetto retroattivo dal 1968), prof. *Antonio Lepschy* e ing. *Pietro Lupinacci,* che hanno contribuito in modo particolare, con la loro opera, allo sviluppo dell'AEI.

— *Soci Emeriti e Fedeli.* Alla fine del corrente anno compiranno 50 anni di appartenenza all'AEI e, a termini di Statuto, vengono proposti all'Assemblea per la proclamazione a Soci Emeriti i colleghi:

Sezione Adriatica: Tassi Mario. *Sezione di Bologna*: Andreatto Giorgio, Berlinzani Pietro, Dalla Casa Leo. *Sezione Ligure*: Arnaldi Giovan Battista, Manicardi Ernesto. *Sezione di Livorno*: Poggi Lorenzo. *Sezione di Milano*: Bertani Giuseppe, Corbellini Giannino, Raimondi Enrico. *Sezione di Palermo*: Campagna Angelo. *Sezione di Roma*: Rodinò di Miglione Marcello. *Sezione di Torino*: Fiegna Edmondo, Sartorio Augusto, Vaccari Giampaolo. *Sezione Veneta*: Benedet Giuseppe Antonio. *Sezione Soci all'estero*: Sacerdote Giorgio. Sono inoltre da proclamare Soci Fedeli i Soci che hanno compiuto 25 anni di associazione all'AEI. Si tratta di 131 Soci individuali e di 5 Collettivi i cui nomi verranno pubblicati sulle riviste.

Un caloroso applauso all'indirizzo dei Soci Benemeriti, Emeriti e Fedeli esprime l'approvazione della Assemblea alla loro proclamazione.

— *Targhe di merito.* Sono state assegnate targhe di merito per avere procurato più di 10 nuovi Soci, ai Soci Gariel Enrico, Lavri Edoardo, Onano Giovanni, Serra Luciano e Simoncini Ugo della Sezione Sarda e ai Soci Bruno Alberto e Paci Ulisse della Sezione di Napoli per l'appassionata collaborazione in occasione della Riunione Annuale di Sorrento. L'Assemblea applaude vivamente al loro indirizzo.

Durante il Pranzo sociale sarà consegnata al Socio ing. *Lucio Mayer* la medaglia Roman Podoski che gli è stata assegnata dalla SEP, Associazione Elettrotecnica Polacca, in riconoscimento della sua notevole attività nel campo della trazione elettrica. L'Assemblea applaude vivamente.

4) *Premi e Borse di studio.*

Il *Presidente* comunica che la Commissione costituita dai colleghi Regoliosi, De Castro, Gatti, Gasparini e Lunelli ha assegnato i seguenti premi:

AEI Pubblicazioni al prof. ing. *Giorgio Quazza* per i suoi fondamentali contributi ai problemi di regolazione di grandi reti interconnesse e per il suo interesse all'attività delle Associazioni scientifiche e, in particolare, dell'AEI.

AEI Ricerche al prof. ing. *Sigfrido Leschiutta* per l'articolo: « The Main National Time Scales Compared with the Italian UTC (IEN) Time Scale in the Period 1970-1974 » (Alta Frequenza, n. 10 ottobre 1975) scritto in collaborazione con altri Autori non Soci, e in generale per il complesso di contributi recati al progetto di unificazione della metrologia della lunghezza e del tempo e in particolare alle tecniche di generazione, per moltiplicazione, di iperfrequenze.

BAUCHIERO al dott. ing. *Franco Ferrario* e al prof. ing. *Italo Gorini* per la coppia di memorie: « Problemi tecnici nell'uso dei diodi in apparecchiature di precisione » (« L'Elettrotecnica », n. 9, settembre 1975), e « Valutazione degli errori dovuti ai diodi di un trasduttore di valor massimo » (« L'Elettrotecnica », n. 10 ottobre 1975), che rappresentano un interessante contributo allo studio degli errori per variazioni di temperatura negli strumenti di precisione basati sull'impiego di diodi a stato solido.

BONAZZI al prof. ing. *Guido Tartara* per due importanti lavori, scritti in collaborazione con il dr. ing. Sandro Bellini (non Socio), sui sistemi misti di modulazione in ampiezza e frequenza. « On the Demodulation of Correlated Time-Series in Hybrid Modulation Systems » (Alta Frequenza, n. 8 agosto 1975) e « A Hybrid Amplitude Frequency Modulation System (Alta Frequenza, n. 6, giugno 1976).

L'Assemblea è chiamata a sanzionare l'assegnazione dei Premi IEL e 3M ITALIA S.p.A. per i quali la Commissione aggiudicatrice, composta da Faletti, Cavina, Galante, Velcich, De Pol, Lunelli, Gatti, Regoliosi e Mayer, ha proposto di assegnare:

il *Premio IEL* 1976 ex-aequo alla memoria: *P. Camposano - L. Lanzavecchia - O. Santanera.* « Evoluzione nei concetti progettativi di locomotive elettriche ad ampia versatilità di utilizzazione » e al gruppo di memorie: *Caparello P. - Rizzi C.* «Il pulsore e l'autochopper: nuovi convertitori statici per l'azionamento dei motori di trazione in corrente continua e l'alimentazione dei servizi ausiliari di bordo nelle locomotive e motrici elettriche » e *Rizzi C.* « Locomotive elettroniche per le Ferrovie dello Stato: la scelta del sistema di trazione ». Il Premio verrà attribuito agli Autori Soci dell'AEI Camposano Paolino, Lanzavecchia Lorenzo, Santanera Oreste e Rizzi Carlo.

il *Premio 3M ITALIA S.p.A.* ex-aequo alla memoria: *R. Camus - A. D'Amore - P. Sipala.* « Ottimizzazione del coordinamento di impianti semaforici », e alla memoria *R. Dalmazzo - G. Marola.* « Indagine teorico-sperimentale sul sistema di sospensione magnetica ad attrazione ». Il Premio verrà attribuito agli Autori Soci dell'AEI Camus Roberto, Dalmazzo Renzo e Marola Giovanni. Le motivazioni saranno pubblicate in questo stesso numero della rivista.

Tutti i vincitori dei Premi sono stati calorosamente applauditi dall'Assemblea.

Per l'anno 1976-77 sono state assegnate le seguenti Borse di Studio: *Ing. Sante BELOTTI* allo studente *Pietro Piazza* che frequenta il V° anno di ingegneria elettrotecnica presso il Politecnico di Milano.

Avv. Francesco CAMELI all'ing. *Ettore Bianciardi* che trascorre l'anno di perfezionamento presso l'Istituto di Elettrotecnica dell'Università di Bologna.

Per il 1978 sono in assegnazione i Premi AEI « Pubblicazioni », « Ricerche », « Vallauri » e « Bonazzi ». Il Consiglio Generale ha nominato membri della Commissione aggiudicatrice Gatti - Marenesi - Gasparini - Di Lecce. La Commissione sarà presieduta da *Regoliosi* delegato dal Presidente Generale.

E' in assegnazione il Premio « Castellani ». La Commissione esaminatrice nominata dal Presidente Generale a norma del regolamento del Premio è composta dai colleghi Faletti (per delega del Presidente Generale e Presidente della Commissione) Angelini, De Pol e Genesio (membri), Donati (Segretario).

E' in assegnazione anche il Premio « Barbagelata » per il quale la Commissione è composta dal Presidente Generale, o da un suo delegato, e dai Direttori delle due riviste « L'Elettrotecnica » e « Alta Frequenza ».

Sono aperti i concorsi per le Borse di studio annuali « Cameli » e « Belotti ». La IEEE ha approvato l'aumento dell'importo della Borsa Volta da dollari 1 800 a dollari 4 000 a partire dall'anno accademico 1978-1979 per permettere a un neo-laureato in ingegneria elettrotecnica o elettronica di seguire un corso di perfezionamento negli Stati Uniti. I fondi sono sufficienti per assegnare ancora due o tre Borse, ad anni alterni, ma nel frattempo si spera che possano essere trovate sovvenzioni per permetterne, se possibile, la continuazione annuale.

5) *Nomina dei Revisori dei Conti per il triennio* 1977-79

In base all'art. 60 dello Statuto AEI spetta all'Assemblea Generale la nomina dei membri del Collegio dei Revisori dei Conti, che scadono ogni triennio al rinnovo della Presidenza Generale. Le cariche sono rinnovabili ma l'attuale Presidente del Collegio dei Revisori dr. Rivieccio e i membri effettivi ingg. Bosisio e Zurletti hanno espresso il desiderio di non essere riconfermati. La Presidenza Generale ha aderito con rammarico a tale richiesta e propone il rag. *Carlo Colonetti* (Presidente), il prof. *Piero De Pol* (già membro supplente) e il dott. ing. *Giulio Roncoroni* (membri effettivi), il dott. ing. *Antonio Munegato* e dott. ing. *Carlo Malaguti* (membri supplenti). L'Assemblea approva all'unanimità con un caloroso applauso.

Il Presidente ringrazia vivamente il Collegio uscente e in modo particolare il dr. Luigi Rivieccio per l'assidua e appassionata opera svolta nello scorso triennio, quando sono sorti e sono stati risolti molti problemi relativi a nuovi adempimenti fiscali e tributari.

6) *Eventuali e varie.*

Il *Presidente* esprime un vivo plauso al Collega prof. Carassa per il successo ottenuto col lancio del satellite artificiale italiano Sirio del quale egli è stato l'artefice. L'Assemblea si associa alle parole del Presidente con un prolungato e vivissimo applauso.

Il *Presidente* chiede se ci sono altri interventi e, avuta risposta negativa, avendo ultimato i punti all'ordine del giorno, ringrazia gli intervenuti e chiude la seduta alle ore 18,40.

*

Verbale di aggiudicazione dei Premi IEL e 3M Italia S.p.A.

(Milano, 21 Giugno 1977)

La Commissione per l'assegnazione dei Premi IEL e 3M ITALIA S.p.A. si è riunita il giorno 21 giugno 1977 alle ore 17,30 presso l'Ufficio Centrale dell'AEI in viale Monza, 259:

Sono presenti i Signori:

prof. ing. Noverino Faletti	Segr. Generale dell'AEI
dott. ing. Giorgio Cavina	rappresentante dell'IEL
dott. ing. Franco Galante	rappr. 3M Italia - S.p.A.
dott. ing. Aldo Velcich	rappr. dell'ENEL
prof. ing. Piero De Pol	rappr. del Politecnico
prof. ing. Lorenzo Lunelli	rappr. del Politecnico
prof. ing. Emilio Gatti	Dir. di Alta Frequenza
prof. ing. Piero Regoliosi	Dir. de L'Elettrotecnica

Ha partecipato alla seduta anche il Relatore generale della LXXVII R.A. dott. ing. Lucio Mayer.

Alla fine della seduta è brevemente intervenuto anche il Presidente Generale dell'AEI, prof. Luigi Dadda, prima impedito.

Assume la presidenza della seduta, in assenza del Presidente Generale, il prof. Faletti; funziona da Segretario il prof. Regoliosi.

Il Presidente apre la seduta con parole di saluto ai presenti e ricorda che, conformente al Regolamento dei Premi AEI, dovranno essere prese in considerazione solo le memorie per le quali almeno uno degli Autori risulti iscritto all'Associazione e che solo a questi andrà l'ammontare dell'eventuale premio.

Le memorie di Autori soci segnalate dal Relatore Generale o dai Relatori Speciali sono risultate le seguenti:

17 - R. Camus, A. D'Amore, P. Sipala: Ottimizzazione del coordinamento di impianti semaforici.

20 - D. Castelli, L. Rigaldi, A. Sartori: Studio su modello di una galleria metropolitana con giunti resistenti.

38 - R. Dalmazzo, G. Marola: Indagine teorico-sperimentale sul sistema di sospensione magnetica ad attrazione.

40 - D. Muzzioli - FS: Tecnica fail-safe, nel segnalamento ferroviario, secondo la convenzione o di tipo probabilistico?

53 - E. Rogione: Aspetti ed implicazioni dell'introduzione dell'elettronica nei sistemi di trasporto.

55 - R. Romano, L. Zanini: Treni suburbani veloci per F.S.. Equipaggiamenti elettrici « full chopper » con frenatura a ricupero.

59 - P. Camposano, L. Lanzavecchia, O. Santanera: Evoluzione nei concetti progettativi di locomotive elettriche ad ampia versatilità di utilizzazione.

60 - P. Ferrazzini, M. Silingardi: Prospettive e problemi degli azionamenti con motori asincroni alimentati tramite inverter.

66 - C. Caranza, B. Pietra, D. Sbragia: Progetto e simulazione in sala prove di una vettura completamente automatica: Automatic train protection (ATP) - Automatic train operation (ATO).

82 - G. Clerici, M. Marchetto: Generatori elettrochimici per veicoli elettrici stradali.

86 - F. Donati, C. Largoni: Analisi del comportamento di una colonna di autoveicoli in condizioni perturbate.

89 - P. Caparello, C. Rizzi: Il pulsore e l'autochopper: nuovi convertitori statici per l'azionamento dei motori di trazione in corrente continua e l'alimentazione dei servizi ausiliari di bordo nelle locomotive e motrici elettriche.

90 - C. Rizzi: Locomotive elettroniche per le Ferrovie dello Stato: la scelta del sistema di trazione.

98 - F. Capocaccia, N. Dall'Orto, P. G. Naso, A. Negro: Un metodo per la determinazione della potenzialità di una linea ferroviaria.

99 - A. Bossi, P. Menga, C. Morini: Il programma di ricerca dell'Enel nel campo dei veicoli elettrici stradali.

104 - M. Perez De Vera, F. Gagliardi, R. Mongelluzzo: Il problema dell'affidabilità delle stazioni di conversione per l'alimentazione delle linee di trazione.

Dopo una prima scelta, che ha portato a concentrare l'attenzione su un ristretto numero di memorie, la Commissione ha proceduto ad un più approfondito esame di queste ed ha deciso all'unanimità di assegnare:

Il *Premio Industrie Elettriche di Legnano* ex-aequo — alla memoria n. 59:

P. Camposano, L. Lanzavecchia, O. Santanera - Evoluzione nei concetti progettativi di locomotive elettriche ad ampia versatilità di utilizzazione.

Motivazione: Per la rigorosa formulazione dei concetti posti a base della progettazione di una nuova serie di locomotive elettriche idonee ad ottimizzare, sfruttando ogni risorsa oggi disponibile, tutti gli aspetti tecnici ed economici del problema.

— e al gruppo di memorie n. 89 e 90:

P. Caparello, C. Rizzi - Il pulsore e l'autochopper: nuovi convertitori statici per l'azionamento dei motori di trazione in corrente continua e l'alimentazione dei servizi ausiliari di bordo nelle locomotive e motrici elettriche.

C. Rizzi - Locomotive elettroniche per le Ferrovie dello Stato: la scelta del sistema di trazione.

Motivazione: Per l'importante ed originale contributo apportato alla ricerca tecnica e sperimentale nel campo dei sistemi di regolazione elettronica di locomotive elettriche in corrente continua.

La Commissione si rammarica che il coautore P. Caparello della memoria n. 89 non sia socio dell'AEI e pertanto non possa partecipare al premio.

Il *Premio 3M ITALIA S.p.A.* ex-aequo — alla memoria n. 17:

R. Camus, A. D'Amore, P. Sipala - Ottimizzazione del coordinamento di impianti semaforici.

Motivazione: Per il notevole apporto allo studio di un modello atto alla ottimizzazione di impianti semaforici, modello che ha trovato concrete applicazioni per la città di Trieste.

— e alla memoria n. 38:

R. Dalmazzo, G. Marola - Indagine teorico-sperimentale sul sistema di sospensione magnetica ad attrazione.

Motivazione: Perchè rappresenta un apprezzabile contributo sul piano teorico sperimentale in un campo di ricerca di probabile interesse pratico avvenire in un settore, sia pure limitato, dei trasporti.

La Commissione si rammarica che i coautori A. D'Amore e P. Sipala della memoria n. 17 non siano soci dell'AEI e pertanto non possano partecipare al premio. La Commissione prende pure nota che altre memorie segnalate non hanno potuto essere prese in considerazione perchè nessuno degli Autori risultava socio dell'AEI.

Chiudendo la seduta, il Presidente rivolge un vivissimo ringraziamento alle Industrie Elettriche di Legnano e alla 3M ITALIA S.p.A. per la istituzione dei Premi intesi a valorizzare ulteriormente le Riunioni Annuali dell'AEI e ringrazia anche tutti i membri della Commissione per l'efficace contributo prestato.

*

Soci iscritti nel 1953 da proclamare fedeli nel 1978.

Sezione Adriatica: Aragusta ing. Giulio, Baldassari ing. Vittorio, Marinelli ing. Renato, Puglisi ing. Ettore.

Sezione di Bologna: Gambarelli Luigi, Casagrande Ivano, Manzi ing. Giuseppe, Roffi Francesco.

Sezione di Catania: Lipari ing. Giuseppe, Marino per. ind. Antonio.

Sezione di Firenze: Corti ing. Renato, Francini ing. Pier Paolo, Laurentini ing. Vittorio, Lensi ing. Giuseppe, Migliorini ing. Sergio, Pecori Dino, Pignone ing. Piero.

Sezione Ligure: Bertolotto ing. Emilio, Biorci prof. ing. Giuseppe, Maestrini ing. Raul, Manca ing. Giuseppe, Moretti ing. Guido, Olivieri per. ind. Mario, Scortecci ing. Vanni, Simonetti ing. Sergio, Tealdi per. ind. Italo.

Sezione di Livorno: Bacchini ing. Remo, Boccardi Pier Luigi, Carretti per. el. Franco.

Sezione Lucana: Santoro ing. Elio.

Sezione di Milano: Albertelli ing. Antonino, Amati ing. Ugo, Amelotti ing. Eugenio, Ambrosini ing. Sergio, Arrigoni per. ind. Benvenuto, Bagnoli ing. Pietro, Bruzzone ing. Giorgio, Cainelli ing. Enrico, Calì rag. comm. Rosario, Camera per. ind. Eugenio, Camerlenghi ing. Paolo, Carcione Gaetano, Carrara prof. ing. Gianguido, Cavenaghi per. ind. G. Franco, Ceresa ing. Alberto, Chiccoli ing. Ferdinando, Clerici ing. Guido, Dighera ing. Giovanni, Faletti ing. Luciano, Finzi ing. Massimo, Fullin per. ind. Livio, Gallone prof. Patrizio, Gervasi Egidio, Ghio ing. Gian Paolo, Giovannetti ing. Giorgio, Giussani ing. Alberto, Lopez ing. Giuseppe Benvenuto, Mandelli per. ind. Bruno, Mariani ing. Mario, Maulino ing. Angelo, Negri per. ind. Adriano, Orlandini Giuseppe, Patanella ing. Luciano, Poggi per. ind. Ubaldo, Ricciardi ing. Alberto, Ricossa ing. Luigi, Riva ing. Carlo, Rossi ing. Domenico, Sartori ing. Alberto, Schmid ing. Emilio, Stringa ing. Ottavio, Tarantola ing. Luciano, Teani prof. Renato, Traquandi per. ind. Giovanni, Valesini ing. Sergio, Vasile ing. Vincenzo.

Sezione di Napoli: Arcamone per. ind. Lucio, Di Maggio dott. Giovanni, Gasparini prof. ing. Ferdinando, Jorio ing. Andrea, Oliva ing. Romolo, Rebuffat ing. Lucio, Scotto ing. Ugo.

Sezione di Palermo: Cattolica Emanuele, Giustiniani ing. Antonio, Gucciardo ing. Gabriele, Mallandrino ing. Pasquale, Mastricchi ing. Augusto, Troja ing. Pietro, Venza ing. Michele, Zanca ing. Marco.

Sezione Pugliese: La Vacca ing. Michele, Lemma ing. Antonio, Russo ing. Saverio.

Sezione di Roma: Ariatti Franco, Calamani ing. Vittorio, De Vita Arturo, Falone ing. Arturo, Gerosa Giorgio, Levi ing. Mario Augusto, Maccauro ing. Tommaso, Manzo ing. Giacomo, Mirone ing. Maurizio, Rivieccio dott. Luigi, Saccà Ilo, Speri ing. Giorgio.

Sezione Sarda: Chessa cav. Egidio, Pirola ing. Mario, Sanna ing. Giuseppe.

Sezione di Torino: Colombo ing. Francesco, Fazi ing. Alberto, Gallarini ing. Giuseppe, Gamba ing. Francesco, Gasparini ing. Giorgio, Milano Sergio, Molino ing. Luigi, Stella ing. Stello Lorenzo.

Sezione Trentino-A.A.: Bebert per. ind. Sergio.

Sezione di Trieste: Bianco ing. Luigi, Ficich Giovanni.

Sezione Veneta: Ceno Alberto, Comuzzi per. el. Corrado, Giustini ing. Stelio, Letter ing. G. Carlo, Manno ing. Giuseppe, Maracci ing. Valerio, Modè ing. Gaspare, Pieropan Giannantonio, Rossetto per. ind. Luigi Salvini ing. Giovanni, Viel per. el. Renzo.

*

Soci collettivi iscritti nel 1953 da proclamare fedeli nel 1977.

Sezione Ligure: Azienda Autonoma Municipalizzata - Sanremo - II categoria; Elettrodinamica - Genova - II categoria; A.M.G.A. - Genova - III categoria.

Sezione di Milano: Ansaldo - Milano - II categoria; Tele Norma - Milano - V categoria.

Resoconto sulla Tavola Rotonda sul tema:

« Nuovi orientamenti nel campo dei trasduttori elettro-ottici per la ripresa e la presentazione delle immagini »

(Como, 20 settembre 1977)

Nel quadro della LXXVIII Riunione Annuale dell'AEI, organizzata dal Gruppo Televisione e Videonica, si è tenuta nella sede della Riunione, a Villa Olmo, una Tavola Rotonda sul tema « Nuovi orientamenti nel campo dei trasduttori elettro-ottici per la ripresa e la presentazione delle immagini ».

La Tavola Rotonda, svoltasi sotto la guida del moderatore prof. F. Cappuccini dell'Università di Napoli, ha riscosso un successo superiore ad ogni previsione, come testimoniano sia l'elevato contenuto tecnico e scientifico delle memorie presentate, sia la notevole partecipazione di esperti, sia le approfondite ed anche animate discussioni.

La Tavola Rotonda si è svolta secondo la ben collaudata tecnica della presentazione di memorie ad invito e della successiva discussione.

Gli argomenti illustrati hanno trattato:

— le tendenze evolutive dei sistemi video
— i dispositivi per la ripresa e la presentazione delle immagini, basati su apparati sia a raggi catodici, sia allo stato solido;
— le applicazioni del processo di traduzione ottico-elettrico ed elettro-ottico nel campo della televisione, delle immagini ad alta definizione, della diagnostica decisa.

Hanno accettato l'invito di presentare memorie esperti italiani e stranieri di fama internazionale, operanti nel settore industriale, in quello scientifico (università e laboratori di ricerca) e in quello operativo (enti di gestione).

Di notevole interesse sono risultate le informazioni raccolte sugli apparati da ripresa e di restituzione delle immagini allo stato solido; si sono raccolte notizie sullo stato degli studi e delle ricerche relative, sui campi di applicazione più a loro congeniali e sulla loro competitività nei riguardi degli affermati apparati oggi presenti in forma praticamente indisturbata sul mercato.

Utilissime si sono peraltro rivelate le memorie che hanno trattato degli ultimi sviluppi nel campo degli apparati a raggi catodici; esse hanno dimostrato come sia ancora lontano il momento della loro scomparsa e come, anzi, per alcuni campi di applicazioni il loro impiego appaia per il momento più appropriato che non quello degli apparati allo stato solido.

Nel campo delle applicazioni sono state esaminate ed approfondite le esigenze provenienti nel campo dei display dal settore dell'informatica, che, per la vastità della tematica ad essa inerente nel campo dei servizi, richiede ai trasduttori elettro-ottici prestazioni del tutto diverse da quelle tipiche del tubo a raggi catodici per televisione.

I sistemi all'infrarosso passivo del tipo « non imaging » sono stati anch'essi esaminati nei loro principi scientifici di base, indicandone nel contempo i loro campi applicativi più specifici.

Di particolare interesse si è poi rivelata la memoria inerente alle applicazioni dei trasduttori elettro-ottici per i rilievi termografici in medicina.

Interessanti e vive discussioni hanno seguito le varie memorie che, come è consuetudine, il Gruppo Televisione e Videonica provvederà a pubblicare, onde consentirne la più ampia diffusione.

ATTIVITA' DELLE SEZIONI

SEZIONE ADRIATICA (Via Marini, 18 - Ancona)

4 novembre 1977 - ore 17,30 - Conferenza del Prof. Dott. Ing. Guido Paladin sul tema: « Fibre ottiche. Applicazioni alla trasmissione numerica ».

19 novembre 1977 - ore 8 - « Visita al Centro di collegamento e trasmittente TV e radiodiffusione FM e Onde Medie di San Silvestro ».

ore 15.00 in prima convocazione ed alle ore 15.30 in seconda convocazione « Assemblea Generale dei Soci della Sezione ».

SEZIONE DI BOLOGNA (Viale Risorgimento, 2 - Bologna)

30 settembre, 1 a 4 ottobre 1977 - « Visita agli stabilimenti della Società STOTZ (Gruppo Brown Boveri) ad Heidelberg ».

2 dicembre 1977 - ore 20,30 - al Ristorante « La Bettola », Sasso Marconi, Cena Sociale 1977 ». In tale occasione Conferenza del Prof. Ing. Noverino Faletti sul tema: « Migliore utilizzazione dell'energia elettrica anche in vista dell'esaurimento delle fonti tradizionali di energia ». Festeggiamenti e consegna distintivi ai Soci Emeriti e ai Soci Fedeli.

SEZIONE CALABRA (Via E. Buccarelli - Catanzaro)

23 novembre 1977 - ore 18 - Conferenza dell'Ing. Sergio Berno sul tema: « Criteri di progettazione della distribuzione elettrica negli impianti industriali e civili ».

SEZIONE DI CATANIA (Viale Andrea Doria, 6)

23 novembre 1977 - ore 18,30 - Conferenza del Dr. Ing. Paolo Martinelli sul tema: « I moderni relè di protezione contro i guasti a terra degli impianti elettrici ».

6 dicembre 1977 - ore 18,30 - Conferenza del Dr. Ing. Rosario Fiumara sul tema: « Pianificazione della rete telefonica teleselettiva della Sicilia Orientale ».

SEZIONE DI FIRENZE (Via E. Poggi, 5)

18 novembre 1977 - ore 18 - Conferenza dell'Ing. Paolo Redi sul tema: « Sviluppi nell'applicazione dell'energia solare ».

24 novembre 1977 - ore 18 - Conferenza del Prof. Ing. Paolino Camposano sul tema: « Recenti indirizzi nella progettazione dei rotabili ferroviari ».

2 dicembre 1977 - ore 18 - Conferenza dell'Ing. Antonio Manichi sul tema: « Un nuovo servizio della S.I.P. - Il radiotelefono mobile integrato ».

SEZIONE LIGURE (Viale Causa, 13 - 16145 Genova)

13 ottobre 1977 - ore 21 - Conferenza del Prof. Guido Paladin sul tema: « Trasmissione su fibre ottiche ».

18 ottobre 1977 - ore 7 - Visita allo C.S.E.L.T. Centro Studi e Laboratori di Telecomunicazioni di Torino.

10 novembre 1977 - ore 21 - Conferenza dell'Ing. Maurizio Mosca e del Dott. Luigi Stringa sul tema: « Meccanizzazione postale e sistemi di riconoscimento ».

16 novembre 1977 - ore 16,50 - Visita presso i laboratori della EL.S.A.G. di Sestri Ponente.

SEZIONE DI LIVORNO (Scali D'Azeglio, 44)

15 aprile 1977 - ore 17 - Tavola rotonda sul tema: « La sicurezza degli impianti elettrici installati all'aperto ».

29 aprile 1977 - ore 18 - Conferenza del Prof. Dr. Ing. Noverino Faletti sul tema: « Migliore gestione ed economia dell'energia ».

6 maggio 1977 - ore 17,30 - Tavola rotonda sul tema: « La sicurezza degli impianti elettrici a bassa tensione con riferimento alle protezioni contro sovracorrenti ».

SEZIONE LUCANA (Corso Garibaldi, 57 - Potenza)

6 settembre 1977 - ore 18,45 - Conferenza dell'Ing. Francesco Limatola sul tema: « Tecniche telefoniche oggi ».

12 ottobre 1977 - ore 18,45 - Conferenza dell'Ing. Aldo Morello sul tema: « Cavi interrati per le più alte tensioni e potenze nel prossimo futuro ».

17 novembre 1977 - ore 18,30 - Conferenza dell'On. Prof. Ing. Noverino Faletti sul tema: « Miglior gestione dell'energia ».

SEZIONE DI MILANO (Piazzale Morandi, 2)

26 settembre 1977 - ore 21 - Relazione del Dr. Sidney J. Stein sul tema: « New thick-film pastes: Fritless gold conductors for Al wire bonding and high voltage resistor pastes ».

20 ottobre 1977 - ore 11 - Conferenza stampa sul « Veicolo Elettrico Terrestre ». Dal 18 al 25 ottobre esposizione nell'ottagono della Galleria Vittorio Emanuale II di alcuni veicoli realizzati da ditte italiane.

26 ottobre 1977 - Giornata di Studio « Il veicolo elettrico stradale ».

24 novembre 1977 - ore 18 - Conferenza del Dr. Ing. Armando Di Perna sul tema: « Il controllo di un sistema di produzione e trasmissione di energia elettrica ».

3 dicembre 1977 - ore 12,45 - Pranzo Sociale presso il Ristorante « Centro Svizzero ».

29 novembre 1977 - ore 18,30 - Conferenza del Prof. Alessandro Alberigi Quaranta sul tema: « Sensori e trasduttori: risposte innovative alla domanda attuale ».

SEZIONE DI NAPOLI (Piazzale Tecchio, 80)

27 ottobre 1977 - ore 18,30 - Conferenza del Prof. Francesco Carassa sul tema: « SIRIO - scopi e prospettive ».

10 novembre 1977 - ore 9,30 - Visita allo Stabilimento della SELENIA di Giugliano.

23 novembre 1977 - ore 18 - Conferenza del Dr. Ing. Pietro Masarati sul tema: « Telerilevamento da satellite delle risorse terrestri ».

SEZIONE PUGLIESE (Via Re David, 200 Bari)

14 ottobre 1977 - ore 17,30 - Conferenza del Dott. Ing. Enrico Elmosi sul tema: « Nuove esigenze per gli interruttori automatici di distribuzione ».

18 novembre 1977 - ore 17,30 - Conferenza del Prof. Ing. Noverino Faletti sul tema: « Migliore gestione ed economia dell'energia ».

12-13 maggio 1978 - Convegno di studio su: « Protezione dall'infortunio elettrico ».

SEZIONE DI ROMA (Corso Vittorio Emanuele II, 184)

5 dicembre 1977 - ore 18 - Conferenza del Prof. Luigi Stringa sul tema: « Teoria e tecniche del riconoscimento: alcune interessanti applicazioni nel campo dell'informatica ».

SEZIONE DI TORINO (Via Giolitti, 1)

27 settembre 1977 - ore 21 - Riunione sui quesiti riguardanti la corretta realizzazione degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, con la partecipazione degli ingg. Vito Carrescia e Giovanni Lo Piparo.

29 novembre 1977 - ore 18 - Conferenza del Prof. G.B. Stracca sul tema: « Il progetto finalizzato C.N.R.. Aiuti alla navigazione e controllo del traffico aereo ».

SEZIONE VENETA (Via Gradenigo, 6/a)

28 ottobre 1977 - ore 18,30 - Conferenza dell'Ing. Alfonso Fornaciari sul tema: « Corrosioni di tipo elettrochimico nelle strutture metalliche interrate ».

12 novembre 1977 - Visita alla SACE di Bergamo.

17 novembre 1977 - ore 18,30 - Conferenza del Prof. Giuseppe Zingales sul tema: « Il risparmio energetico » appunti dalla X Conferenza Mondiale dell'Energia.

NOTIZIE SOCIALI
DEL
COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

CEI

NORME CEI DI NUOVA PUBBLICAZIONE

Sono stati pubblicati i seguenti fascicoli di Norme:

— **« Norme per le prove di sovratensione a impulso di manovra degli isolatori per alta tensione ».**

Il fascicolo porta la sigla 36-7 ed il numero progressivo 450; esso entra in vigore dal 1°-12-1977.

Le presenti Norme, derivanti dal Progetto P. 213, constano della traduzione della Pubblicazione IEC 506 (1975) e si applicano alle prove di sovratensione a impulso di manovra degli isolatori a sospensione per linee aeree, degli isolatori portanti e degli isolatori passanti, destinati ad essere utilizzati su reti a corrente alternata la cui tensione più elevata sia almeno uguale a 300 kV.

— **« Norme per la verifica delle prestazioni dei condizionatori d'aria ambiente monoblocco ».**

Il fascicolo porta la sigla 107-38 ed il numero progressivo 451; esso entra in vigore dal 1°-1-1978.

Queste Norme, elaborate congiuntamente dal C.T. 107 del CEI, e dalla Commissione « Frigoriferi domestici ed industriali » dell'UNI sulla base della Raccomandazione ISO/R 859 (1968), si applicano ai condizionatori d'aria ambiente monoblocco previsti con condensatore raffreddato ad aria ed usati per il solo raffreddamento dell'aria ambiente.

PROGETTI DI NORME CEI
PUBBLICATI PER L'INCHIESTA PUBBLICA

Sono stati distribuiti per l'Inchiesta Pubblica, con le date di scadenza indicate, i seguenti fascicoli:

— **P. 264 - « Progetto di Norme per interruttori di manovra, sezionatori, interruttori-sezionatori in aria e unità combinate con fusibili per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1 000 V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1 200 V ».** (Termine utile per le osservazioni: 15-2-1978).

— **P. 265 - « Progetto di Variante alle Norme per interruttori e commutatori per apparecchi per usi domestici e similari ».** (Termine utile per le osservazioni: 30-12-1977).

— **P. 266 - « Progetto di Norme per nastri autoadesivi per usi elettrici ».** (Termine utile per le osservazioni: 15-2-1978).

— **P. 267 - « Progetto di Variante alle Norme per cavi per radiofrequenze ».** (Termine utile per le osservazioni: 30-12-1977).

NOTE ILLUSTRATIVE
DEI PROGETTI DI NUOVA PUBBLICAZIONE

Nota illustrativa al progetto di Norme per interruttori di manovra, sezionatori, interruttori-sezionatori in aria e unità combinate con fusibili per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1 000 V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1 200 V (P. 264).

Il presente Progetto di Norme è costituito dalla traduzione integrale della Pubblicazione IEC n. 408 « Low-voltage air-break switches, air-break disconnectors, air-break switch-disconnectors and fuse-combination units». L'aggiunta risultante dalla parte italiana delle Norme non costituisce deviazione, ma soltanto una precisazione di carattere pratico.

Mentre pare superfluo ribadire l'opportunità di una normativa armonizzata nel più vasto ambiente internazionale, vale la pena di rilevare che l'adozione integrale di queste Norme IEC, come di altre già adottate, è

grandemente facilitata dal fatto che all'elaborazione del contenuto ha costantemente ed efficacemente partecipato il CEI con la presenza di suoi esperti nel gruppo di lavoro preparatorio e nelle riunioni del Sottocomitato Tecnico relativo 17 B della IEC.

Il presente Progetto soddisfa la sentita necessità di completare la normativa sulle apparecchiature di manovra per bassa tensione, in coordinamento con quella delle apparecchiature di protezione o congiuntamente di manovra e di protezione.

Il Presidente del SC 17 B
S. B. TONIOLO

Il Presidente del CT 17
G. CATENACCI

*

Nota illustrativa al progetto di Norme per nastri autoadesivi per usi elettrici (P. 266).

Le presenti Norme riguardano un tipo di dielettrico che viene generalmente usato nell'isolamento di apparecchiature e di impianti elettrici.

In considerazione della grande proliferazione di tipi di nastro autoadesivo con caratteristiche applicative e di comportamento molto varie, si è sentita la necessità di una normalizzazione di questo settore.

Già nel 1967 il CT 15 del CEI aveva diffuso un Progetto di Norme (S. 305), attirando l'attenzione degli utilizzatori e dei produttori sulla necessità di una normativa. Per arrivare ad un testo definitivo di Norme, si è poi dovuto attendere il completamento dei lavori del TC 15 della IEC.

Il testo delle presenti Norme è la traduzione integrale delle Pubblicazioni n. 454-1 (1974), 454-2 (1974) e 454-3-1 (1976) della IEC.

I primi due documenti trattano dei requisiti generali e dei metodi di prova, elementi comuni a tutti i tipi di nastri; il terzo considera le proprietà specifiche del tipo più comune di nastro autoadesivo, costituito da un supporto in PVC con adesivo termoplastico.

La traduzione è stata curata da E. Serena e revisionata da un Comitato ristretto costituito da A. Catania, L. Centurioni, F. Cisotti, F. Galante, E. Serena.

Il Presidente del CT 15
P. REGOLIOSI

DOCUMENTI INTERNAZIONALI DESTINATI A DIVENTARE NORME CEI

PUBBLICATI PER L'INCHIESTA PUBBLICA

Sotto questo titolo sono elencati i documenti originali della IEC, CENELEC, CECC, ecc., destinati, dopo l'Inchiesta Pubblica, a divenire Norme CEI.

Le eventuali osservazioni pervenute saranno esaminate in una riunione del gruppo internazionale compilatore competente prima della votazione per l'approvazione del testo definitivo. Il testo stesso dovrà essere accettato anche dal CEI nel caso che non più di due Paesi abbiano espresso voto negativo.

Sono stati distribuiti per l'Inchiesta Pubblica, con le date di scadenza indicate, i seguenti documenti:

— **Cecc (Sec) 650 - « Supplemento alla Specifica Generica per connettori « reed » di qualità certificata. Paragrafo 4.23 - Prova elettrica di durata (da introdurre nel doc. Cecc (Sec) 567 ».** (Termine per le osservazioni: 30-1-1978).

Consta della prova in oggetto.

RIUNIONI DEI COMITATI TECNICI E DEI SOTTOCOMITATI DEL CEI

AVVENUTE NEL MESE DI NOVEMBRE 1977

presso la sede del CEI o in altra sede specificata

3 Novembre - ore 9.00 - CT 17 « *Grossa apparecchiatura* » / Gruppo di Lavoro « *Contattori AT* » - Pres. F. Pardini.

— Discussione dei documenti IEC 17 (Bureau Central) 1026 e 17 (Secretariat) 935.

3 Novembre - ore 9.00 - CT 64 « *Impianti utilizzatori* » / SC « *Impianti industriali* » Gruppo di Lavoro 1 - Pres. G.F. Tommazzolli

— Esame del Capitolo 4° del Progetto di Norme UNIFER-CEI per gli impianti elettrici delle funivie monofune.

7 Novembre - ore 9.30 - CT 44 « *Equipaggiamento elettrico delle macchine operatrici* » / SC 44B - Pres. A. Skoff.

— Esame dei documenti IEC 44 (Central Office) 43, 44 (Secretariat) 77, 78.

7 Novembre - ore 15.00 - CT 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » / SC « *Impianti industriali* » - Gruppo di Lavoro 2 - Pres. G.F. Tommazzolli

— Continuazione esame del Cap. E - Sez. 2° della « *Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nelle installazioni industriali* ».

8 Novembre - ore 9.30 - CT 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » / « *Regole Generali* » - *Pres. P. De Pol*

1) Esame del documento 64 (Secretariat) 218;

2) Esame della relazione del Gruppo di Lavoro speciale « Adattatori »;

3) Esame delle principali decisioni prese durante le riunioni del TC 64 del SC 64A e del 64B che si sono tenute ad Edimburgo.

8 Novembre - ore 9.00 - CT 31 « *Materiali antideflagranti* » - Pres. C. Spelta

1) Stato dei lavori in sede Europea - Analisi delle

relative norme EN ed implicazioni con le attuali Norme CEI 31;

2) Unificazione dei materiali - Stato dei Lavori del SC 31U;

3) Rapporto con il SC 64.

9 Novembre - ore 9.30 - CT 17 « *Grossa apparecchiatura* » / SC « *Quadri protetti A.T.* » - Pres. G. Mazza

1) Preparazione proposta da inviare al Presidente del CT 17, per il WG 12 IEC, relativa alle sovratemperature dei punti dell'involucro dei quadri, accessibili al personale di servizio;

2) Continuazione esame della traduzione del documento HD 358 (IEC 517).

9 Novembre - ore 9.30 - CT 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » / SC « *Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione od incendio* » - Pres. M. Ferrario

1) Continuazione esame dei punti all'ordine del giorno della riunione precedente;

2) Discussione dell'Appendice A - Luoghi di ricovero o riparazione di autoveicoli.

10 Novembre - ore 9.30 - CT 11 « *Impianti elettrici di produzione, trasmissione e distribuzione* » / SC « *Officine elettriche e linee in cavo* » - Pres. N. Tomatis

— Esame documenti preparati dai Gruppi di Lavoro A e B.

10 Novembre - ore 9.30 - CT 34 « *Lampade* » / SC « *Attacchi e portalampade* » - Pres. A. Dei Bei

1) Sintesi della riunione 34B/IEC di Bruxelles;

2) Competenza del SC 34B in ordine ai rapporti con la IEC per quanto attiene ai problemi sui portalampade;

3) Esame dei seguenti documenti:
IEC 34B (U.K.) 44;
CEE (241-Sec) NL 135;
CENELEC HD (F) 13.230;

4) Analisi della risposta di Mr. Kooker alla nostra richiesta del 23 Marzo ed esame delle dimensioni da modificare nelle tabelle IEC portalampade auto.

11 Novembre - ore 9.30 - CT 32 « *Fusibili* » / SC « *Fusibili per B.T.* » - Pres. G. Cantarella

— Preparazione della riunione del WG 8 del SC 32B della IEC, che si terrà a Londra nei giorni 22 e 23 Novembre 1977.

11 Novembre - ore 15.00 - CT 65 « *Controllo dei processi* » / SC 4 - Pres. E. Volta

— Preparazione riunione del WG 4 del TC 65 della IEC che avrà luogo ad Amsterdam il 2 Dicembre 1977.

14 Novembre - ore 14.30 - CT 20 « *Cavi per energia* » / Gruppo di Lavoro « *Marchiatura cavi antincendio* » - Pres. A. Balossi Restelli

— Esame della Norma ASTM D 2863-70 e del capitolato del CEGB.

16 Novembre - ore 9.00 - CT 11 « *Impianti elettrici di produzione, trasmissione e distribuzione* » / SC « *Officine elettriche e linee in cavo* » / Gruppo di Lavoro - Pres. N. Tomatis

— Proseguimento esame lavori della riunione precedente.

16 Novembre - ore 9.30 - CT 2 « *Macchine rotanti* » / SC 2H - Pres. Cantoni

1) IEC 34.5 - Indici di protezione: provvedimenti da prendersi in seguito al nuovo documento IEC 529 (1976) edito dal TC 670 - v. documento 2H (Secretariat) 26;

2) IEC 34.7 - Simboli e forme costruttive: esame delle proposte di modifica secondo i documenti 2H (Germany) 14, 15, 2H (USA) 15, 2H (Switzerland) 16.

16 Novembre - ore 9.00 - Commissione Speciale Affidabilità del CCET - Pres. G. Mattana

1) Comunicazioni;
2) Attività dall'ultima riunione;
3) Documenti in scadenza:
   — 56 (Secretariat) 103, 104, 105, 106 (relatore Ing. Avanzi)
   — documenti originati dal WG 3 e cioè: 56 (Secretariat) 100 più altri preannunciati (relatore dr. Peroni)
   — 56 (Secretariat) 101
   — 56 (Secretariat) 102
   — 56 (Canada) 14, 15, 16, 17, 18
   — 56 (Secretariat) 98
   — esame dei restanti punti dell'agenda della riunione di Londra: 56 (C.O.) 63;
4) Partecipazione alla riunione di Londra;
5) Ricostituzione della Commissione Speciale Affidabilità.

17 Novembre - ore 14.30 - CT 2 « *Macchine rotanti* » - Pres. G. Jesurun

1) Riunione IEC TC 2 - Londra Dicembre 1977
   a - scelta dei delegati
   b - analisi dell'agenda dei lavori e discussione tecnica dei relativi argomenti;
2) Relazione e discussione sulle attività dei nostri Sottocomitati e Gruppi di Lavoro
   Norme e Progetti di Norme in corso di elaborazione o di inchesta pubblica;
3) Analisi dei documenti internazionali:
   IEC 2 (B.C.) 446; 2H (B.C.) 26, CENELEC 2 (Germany) 16.

17 Novembre - ore 15.00 - CT 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » / SC « *Impianti industriali* » / Gruppo di Lavoro 4 - Pres. M. Piovano

— Osservazioni conclusive al doc. « Impianti di terra per sistemi di elaborazione dati, di strumentazione elettronica e similari »

17 Novembre - ore 9.30 - CT 17 « *Grossa apparecchiatura* » / SC « *Bassa tensione* » - Pres. S.B. Toniolo

— Esame dei documenti CENELEC:
AG (Sec TC 17B) 01
CD (Sec TC 17B) 09
CD (Sec TC 17B) 10
CD (Sec TC 17B) 11
CD (Sec TC 17B) 12
CD (Sec TC 17B) 13
CD (Sec TC 17B) 14
TC 17B (D) 11A

per la discussione delle proposte di deviazioni nazionali di tipo A e B.

18 Novembre - ore 9.30 - CT 2 « *Macchine rotanti* » / Gruppo di lavoro 6/14 - Pres. G. Mengaroni

1) Costituzione e finalità del Gruppo;
2) Nomina del Capo Gruppo;
3) Discussione sulle proposte di modifica delle Norme CEI 2-3, tenendo conto delle decisioni CENELEC su rumorosità e vibrazioni.

18 Novembre - ore 15.30 - Commissione Italiana per l'Elettrotermia / Gruppo di Lavoro « *Insegnamento, ricerche, laboratori - Automazione* » - Pres. A. Morini

1) Attività svolta;
2) Programma futuro.

22 Novembre - ore 9.15 - CT 41 « *Relè* » - Pres. A. Salmoiraghi

1) Preparazione della riunione del CT 41 dell'IEC a Milano dal 28 Novembre al 2 Dicembre 1977.

23 Novembre - ore 9.00 - CT 11 « *Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione* » / SC 11 « *Officine elettriche e linee in cavo* » / Gruppo di Lavoro - Pres. N. Tomatis

— Continuazione esami lavori della riunione precedente.

24 Novembre - ore 9.30 - CT 64 « *Impianti elettrici utilizzatori* » / SC « *Regole Generali* » - Pres. P. De Pol

1) Esame della relazione del G.d.L. speciale « Adattatori »;
2) Esame delle principali decisioni prese durante le riunioni del CT 64, del SC 64A e del SC 64B che si sono tenute ad Edimburgo.

RELAZIONE DI RIUNIONI INTERNAZIONALI

Il 2° Simposio EMC (Compatibilità elettromagnetica)
(Montreux 1977 - 28-30 giugno)

Dal 28 al 30 giugno si è svolto a Montreux (Svizzera) associato ad una esposizione tecnica, il 2° Simposio di Compatibilità Elettromagnetica (EMC), con oltre 100 memorie, suddivise per la presentazione e la discussione in tre sessioni simultanee, svoltesi ogni giorno il mattino e il pomeriggio. Inoltre hanno avuto luogo quattro riunioni minori, su argomenti specifici.

Le memorie sono state suddivise e raggruppate nelle sessioni che seguono.

A) Linee di potenza ad alta tensione - Pres.: Prof. Zwizky, Zurigo.

B) Funzioni di Walsh - Pres.: Dr. R. Nawrath, Wetzlar.

CA) Interferenze e.m. e calcolatori - Pres.: G. A. Jackson, Leatherhead.

D) Sistemi di avionica - Pres.: D. Hohmann, Amburgo.

E) Disturbi elettrici sull'automobile - Pres.: A. de Jong, Leidschendam.

F) Interferenze ai sistemi di comunicazioni - Pres.: Prof. B. Szekeres, Budapest.

G) Campi elettrici e magnetici - Pres.: Dr. A. D. Spaulding, Boulder, Colorado.

H) Schermature - Pres.: Prof. A. Wedam, Lubiana.

I) Immunità - Pres.: Prof. C. Egidi, Torino.

J) Assegnazioni delle frequenze - Pres.: C. Schmitt, Washington, D.C..

K) Progettazione per la compatibilità e.m. - Pres.: Prof. R. Struzak, Wroclaw.

L) Statistica del rumore - Pres.: R. A. Shapherd, Menlo Park, Cal.

M) Controllo degli impulsi e.m. di origine nucleare (NEMP) e dei transitori - Pres.: G. M. Kun Kel, Burbank, Cal.

N) Misure di tipo CISPR - Pres.: Prof. R. M. Showers, Filadelfia, Pa.

O) Norme dei sistemi EMC - Pres.: H. K. Mertel, San Diego, Cal.

P) La compatibilità e.m. e la vita - Pres.: Dr. W. J. Costerkamp.

Q) Sistemi automatici di misura - Pres.: W. S. Lambdin, Amsterdam, N. Y..

R) Effetto del radiodisturbo sui sistemi di telecomunicazioni - Pres.: G. H. Hagn, Arlington, Va..

Riunioni minori (workshops): organizzatore H. K. Mertel, San Diego, California.

W 1) Diagnostica EMC.

W 2) Applicazioni dei calcolatori tascabili programmabili e dei grandi calcolatori per la predizione dell'interferenza e per la progettazione EMC.

W 3) Effetti degli impulsi e.m..

W 4) Metodi e materiali per la schermatura EMI/RFI.

L'IEN e il Centro di Televisione hanno partecipato al Simposio con cinque contributi, quattro dei quali riuniti nella sessione E ed uno nella sessione G, ed esposti rispettivamente la mattina di martedì 28 giugno, sotto la presidenza di de Jong, e di mercoledì 29 giugno, sotto la presidenza di Spauling.

26 E 1 - C. Egidi, P. G. Galliano, E. Nano: Ignition noise interference on short waves - (presentato da C. Egidi).

23 E 4 - P. G. Galliano, W. Schierano: Laboratory measurements of impulsive disturbances produced by car electric devices - (presentato da P. G. Galliano).

25 E 6 - F. Mussino: EMC measurements on the electrical equipment of cars - (presentato da E. Nano).

26 E 7 - P. G. Galliano: Impulsive disturbances on car electric circuitry - (presentato da P. G. Galliano).

36 G 3 - E. Nano: Magnetic field in a room due to an interfering current injected into the mains - (presentato da E. Nano).

Inoltre a C. Egidi è stata affidata la presidenza del gruppo I, la mattina di mercoledì 29 giugno.

Sono state, come sopra indicato, particolarmente seguite le riunioni delle sessioni A, E, G, I, K, L, N, O, e della tavola rotonda OP.

Fra gli altri contributi italiani vanno notati:

1 A 1 - di A. Bodini, L. Pandini, G. Pellegrini (ENEL, Milano).

2 A 2 - di P. Ferraris, M. Lazzari, F. Villata (Ist. di Macchine Elettriche, Politecnico di Torino).

79 N 4 - di P. Corona, G. Latmirel, E. Paolini, L. Piccoli (Ist. Univ. Nav. di Napoli e Università di Pisa).

9421 - di B. Audone, L. Bolla (Aeritalia, Torino).

La sera di mercoledì 28 giugno, durante un banchetto ufficiale, sono stati conferiti i premi e le menzioni onorevoli.

Una menzione onorevole, con relativo diploma, è stata conferita al dr. P. G. Galliano, per due lavori presentati al Simposio. Nell'occasione, il Presidente del

Comitato Scientifico, prof. F. L. Stumpers, ha voluto ricordare il contributo dato in questo settore dall'IENGF, cui il dr. Galliano appartiene e l'apporto del prof. C. Egidi.

Nella sessione A sono stati presentati fra l'altro due contributi italiani, uno dell'ENEL e l'altro del Politecnico di Torino, il primo sulla registrazione e sulla analisi dei transistori nelle sottostazioni di alta tensione e l'altro sui disturbi prodotti nelle linee di trazione a corrente continua dei convertitori statici di frequenza.

La sessione B ha trattato i problemi analitici delle funzioni di Walsh.

La CA ha riguardato il nuovo argomento della riduzione dei disturbi nelle macchine da calcolo e da ufficio. Non si è preso parte però a nessuna dalle tre sessioni.

Nella sessione CB si è ascoltata con interesse la comunicazione di P.S. Excell ed altri, sulla determinazione dei pericoli connessi con l'accensione, dovuta alle radiazione e.m. di miscele gassose infiammabili; di carattere generale, la memoria di G.M. Smith sui margini di sicurezza per i sistemi critici a bordo degli aerei militari; molto specifica ed accurata, quella di Lütkemeier sopra un dispositivo per verificare i margini di sicurezza degli elettroesplosivi (EED) usati a bordo degli aerei anzidetti.

La sessione D, cui non si è preso parte, è stata dedicata ai sistemi di avionica: sono state descritte numerose ricerche di specifico interesse per gli aerei e per i missili, specialmente riguardanti la misura dell'efficienza schermante delle fusoliere.

Nella sessione E, dedicata come si è detto ai disturbi elettrici nell'automobile, quattro delle sette memorie sono state presentate dall'IEN. Fra i rimanenti tre articoli, ne sono stati rilevati due particolarmente interessanti. Il primo di H. P. Hsu della General Motors, considera un sistema « a tre punte », per regolare la scintilla che ha luogo fra la spazzola rotante ed i contatti fissi del distributore. L'adozione di tale sistema consente di ridurre notevolmente i radiodisturbi prodotti, ma presenta al momento difficoltà pratiche di costruzione.

Il secondo lavoro, di J. Holownia, è uno studio teorico del circuito di accensione dell'autoveicolo. Utilizzando tale modello, è possibile ottenere interessanti risultati nella precisione del comportamento dei soppressori.

La sessione F, non seguita, ha avuto per oggetto l'interferenza sui sistemi di comunicazione: particolare interesse presenta un contributo di P. de Bruyne e W. Bachmann sul ripristino delle condizioni in un ricevitore che sia stato interferito da un pacchetto d'impulsi di forte intensità e a larga banda.

Nella sessione G, dedicata ai campi elettrici e magnetici, sono state presentate sette memorie, di cui una dal prof. E. Nano. La maggioranza degli articoli, aventi carattere teorico, ha avuto per oggetto l'argomento degli errori che influenzano le misure d'intensità di campo eseguite nella cosiddetta zona di « campo vicino ». Pur non trattandosi di argomento completamente nuovo, gli articoli ne mettono in evidenza alcuni tra gli aspetti più interessanti.

Non si è preso parte alla sessione H, dedicata alle schermature, presieduta dal prof. A. Wedam; gli argomenti sono di rilevante interesse per la riduzione dei disturbi: fra essi ritorna lo specifico problema di valutare l'attenuazione degli edifici.

Nella sessione I sull'immunità, presieduta dal prof. C. Egidi, sono stati presentati notevoli contributi. Fra gli altri vanno ricordati quello di P. Groenveld e A. de Jong, su di una semplice installazione per misurare l'immunità, cui è stata attribuita la menzione onorevole; quello di R. Hagedoorn, sull'immunità degli apparecchi per audiofrequenza (come giradischi ed impianti per alta fedeltà), non ancora sufficientemente studiati ed esaminati; quello di R. J. Hasler, sulla misura dell'immunità esterna dei televisori, cui è stato attribuito uno dei premi.

Nella sessione J, non seguita, sono stati trattati i problemi di assegnazione delle frequenze, con metodi che appunto tendono a minimizzare le reciproche influenze ed interferenze fra i diversi servizi.

Nella sessione R, avente per oggetto una progettazione in cui si tenga conto della compatibilità elettromagnetica, sono state presentate sette memorie, di autori vari.

Pur non essendo stati trattati argomenti originali, si è notato con interesse come alcuni autori, dipendenti da ditte costruttrici di apparati elettronici, abbiamo presentato lavori alquanto interessanti sul problema dell'organizzazione dei settori della progettazione e del controllo di qualità, tenuto conto della compatibilità elettromagnetica.

E' risultato così chiaro quale crescente importanza rivesta detto argomento nella progettazione industriale.

Di considerevole interesse, soprattutto teorico, la sessione L, sulla statistica del rumore, nella quale si è trattato anche il rumore atmosferico, per confronto con quello quasi impulsivo.

La sessione M, non seguita, è stata dedicata soprattutto agli impulsi e.m. ed ai mezzi di protezione contro di essi, mentre la sessione N ha avuto per oggetto le misure di tipo CISPR: si deve notare la memoria, premiata, di R.G. Struzak sulla misura di quasi picco a dinamica estesa. Interessante pure quella di P. Corona, G. Latmirel, E. Paolini e L. Piccoli sulla « camera riverberante » per microonde.

Nella sessione O, riguardante le norme sulla compatibilità elettromagnetica, sono state presentate soltanto quattro memorie; di seguito è stata organizzata anche una tavola rotonda, dedicata in particolare alle norme militari. In questa sessione non sono stati presentati lavori particolarmente originali, perchè l'argomento non offriva certo molte possibilità: tuttavia sono stati chiariti diversi punti controversi. Gli autori hanno messo particolarmente in evidenza la situazione dei proprii paesi nel settore norme EMC. In Germania, ad esempio, è stata sviluppata una normativa EMC per completare il settore coperto dalle norme MIL, non ritenute sufficienti per garantire che gli apparati di bordo degli aerei e delle navi funzionino senza disturbarsi vicendevolmente. Dalle discussioni avvenute nella tavola rotonda sono emersi pareri discordi sulla completezza delle norme MIL; l'orientamento generale è stato tuttavia quello di considerarle come un'ottima base di lavoro, che potrà essere via via aggiornata in funzione delle successive esperienze. Piuttosto che sui metodi di misura, ampie discussioni hanno avuto per oggetto i limiti, che invece di essere considerati « intoccabili » potranno e dovranno essere volta per volta adattati al particolare dispositivo preso in esame.

La sessione P è stata l'unica dedicata ai problemi biologici; fra le sette memorie, va ricordata quella di G. d'Ambrosio e V. La Marma dell'Università di Napoli.

La sessione Q ha avuto per oggetto i sistemi automatici di misura: fra le memorie va ricordata quella di B. Audone ed L. Bolla, dell'Aeritalia di Torino.

Infine la sessione R, contenente lavori sugli effetti del rumore radioelettrico sopra i sistemi di telecomunicazioni, contiene fra l'altro un articolo di A.D. Spaulding, dal titolo « Ricezione ottima in presenza di rumo-

re impulsivo » cui è stato conferito il primo premio in danaro, ex aequo con l'articolo « L'ambiente elettromagnetico lungo i percorsi di trasporto elettrico e il problema del suo miglioramento » di Y.M. Abramsonc e V.V. Kapitonov.

Suddivisione dei lavori per nazionalità: ,

Stati Uniti	42	Canada Giappone Olanda	2
Germania	15		
Polonia Inghilterra	11	Spagna	
Italia	10	Austria Francia India	1
URSS	4		
Svizzera	3	Ungheria	
Totale	108		

C. Egidi - P.G. Galliano - E. Nano

*

Riunione del Comitato di Redazione del SC 12 D (Antenne) dell'IEC.

(Parigi, 4-6 luglio 1977)

Si è tenuta a Parigi presso il Comitato Elettrotecnico Francese una riunione del Comitato di Redazione del SC 12 D della IEC, per preparare i testi definitivi dei due documenti approvati sotto la Regola dei Sei Mesi, 12 D (Central Office) 4 e 5, in modo da poter procedere alla loro pubblicazione come norma dell'IEC.

E' stato perciò compiuto un accurato lavoro di revisione, in particolare per il testo francese, delle prime due parti della pubblicazione: « Antenne riceventi per radio e televisione nella banda 30 MHz-1 GHz » che si articolerà complessivamente in 4 parti.

Le prime due parti sono relative rispettivamente alle Caratteristiche elettriche e meccaniche e ai Metodi di misura delle caratteristiche elettriche. La terza parte (Metodi di misura delle caratteristiche meccaniche) è prossima ad essere approvata con alcune modifiche, che sono state sottoposte ai Comitati Nazionali con la Regola dei due mesi, mentre per la quarta (Guida alla preparazione delle specifiche), è appena incominciato il periodo di 6 mesi per l'approvazione del testo finale,

La revisione dei due documenti è stata completata nei tre giorni di riunione, non senza qualche difficoltà per mantenere una stretta aderenza tra i testi nelle due lingue, il che ha occupato tutto il tempo a disposizione. Sono stati perciò rimandati ad una prossima riunione lavori che del resto al momento non sono urgenti, quali la revisione dei documenti 12 D (Secretariat) 14, per cui la regola dei 6 mesi è appena scaduta, e 12 D (Central Office) 6, per cui la regola dei 2 mesi sta per scadere: in effetti il testo definitivo di questi documenti non è ancora stato richiesto dal Central Office.

Tutto ciò, assieme agli altri documenti che ora sono stati sottoposti alla Regola dei 6 mesi, sarà l'oggetto di una o più prossime riunioni che si svolgeranno, se possibile, a l'Aja, assieme a quelle del Sottocomitato, o, più probabilmente, nei mesi successivi.

M. Orefice

*

Riunione del 12A/WG1 della IEC (Misure di irradiazione e immunità)

(Torino, 25-26 gennaio 1977)

Il gruppo di lavoro si è riunito a Torino, ospite della RAI, in Via Cernaia 33. Vi hanno partecipato esperti dei seguenti paesi: Francia, Germania Federale, Italia, Iugoslavia, Olanda, Regno Unito, Svezia e Svizzera. Ha accettato di presiedere la riunione A. de Jong (Olanda) segretario E. Nano.

Dopo il benvenuto dato dal dr. E. Corsaro a nome della RAI, i lavori sono iniziati trattando i vari argomenti all'o.d.g. e si sono protratti per tre sedute di mezza giornata. La restante mezza giornata è stata dedicata ad una dimostrazione presso il laboratorio della RAI di corso Giambone, dove è stato presentato un interessante metodo di misura dell'immunità dei televisori ai campi esterni, sviluppato dal dr. Corsaro della RAI e già presentato e discusso alla riunione precedente del gruppo (Zurigo, ottobre 1976) ed alla riunione del SC E del CISPR (Nizza, maggio 1976).

I principali argomenti trattati e le decsioni prese sono elencati qui di seguito.

Revisione della Pubblicazione 106

La Publicazione 106 della IEC, edita nel 1972, richiede già di essere aggiornata in alcune parti, a causa di nuove richieste nel campo della misura delle irradiazioni dei ricevitori radiofonici e televisivi.

Un primo punto discusso riguardava la cosiddetta « verifica del luogo di misura » delle irradiazioni, che viene fatta nel campo di frequenza da 30 a 1 000 MHz sostituendo il ricevitore in prova con un'antenna irradiante e confrontando il valore calcolato e quello misurato del campo da essa generato. Nella presente pubblicazione è previsto l'uso di un'antenna di lunghezza fissa, che porta a notevoli difficoltà di calcolo del campo ed a non indifferenti diversità dei risultati ottenuti. Per evitare queste imprecisioni si è deciso di usare un'antenna accordata, anche se le operazioni di accordo portano a un maggiore spesa di tempo.

Un secondo punto discusso riguardava la disposizione dell'antenna telescopica dei ricevitori portatili a modulazione di frequenza per la misura dell'irradiazione dell'oscillatore locale. Verrà preparato un articolo da aggiungere al Cap. III della Pub. 106 che, oltre a definire la posizione della antenna, prevede anche l'uso di una pinza assorbente (già largamente adottata dal CISPR) per fare una misura rapida e orientativa dell'irradiazione inserendola sull'antenna telescopica stessa. Tale procedura è derivata da un metodo proposto dalla Iugoslavia.

Un terzo punto riguardava l'estensione dell'applicabilità del metodo di misura della tensione di disturbo presente sul cordone di alimentazione dei televisori e prodotta dai circuiti di deflessione, anche alla gamma delle onde corte, cioè fino a 30 MHz. Si è ritenuto che l'attuale metodo può andar bene, purchè la rete fittizia a delta sia costruita con le dovute cautele. Pertanto si è deciso che è sufficiente aggiungere una nota all'Art. 17 della Pub. 106.

Infine, un quarto punto riguardava l'immagine da usare per le misure dell'irradiazione dovuta ai circuiti di deflessione. Alcuni paesi hanno infatti notato che generando la immagine prescritta (scala di grigi orizzontale con dieci gradini) usando circuiti diversi si possono avere risultati diversi a causa della ripidità più o meno spinta dei fronti della forma d'onda. Per evitare questo inconveniente si è deciso di precisare anche la ripidità dei fronti e l'esperto inglese si è assunto l'incarico di preparare un documento per la prossima riunione.

Misura delle irradiazioni al chiuso

Sono stati presi in considerazione due metodi, uno russo per i ricevitori radiofonici con antenna telescopica, ed uno francese per i ricevitori radiofonici e televisivi. Il primo è stato giudicato di scarso interesse per la sua complicazione, richiedendo l'uso di termocoppie. Il secondo, che è una rielaborazione del pre-

cedente metodo « Fromy », permette di fare misure al chiuso usando un analizzatore di spettro e riducendo così notevolmente il tempo richiesto per le misure. Si è previsto di avere una dimostrazione del metodo alla prossima riunione.

Immunità di apparecchiature di bassa frequenza a campi a radiofrequenza.

Si sono considerati due metodi di misura, uno olandese ed uno svizzero, per la misura dell'immunità. Il primo prevede l'uso di una linea « Jacky » per creare un campo a radiofrequenza intenso ed uniforme in uno spazio sufficientemente esteso per comprendere una qualsiasi apparecchiatura di bassa frequenza (amplificatori Hi-Fi, ecc.). Il secondo metodo tende ad eliminare la generazione del campo, simulandone gli effetti coll'iniettare correnti a radio frequenza nei vari conduttori entranti ed uscenti dall'apparecchiatura in prova. Questo secondo metodo avrebbe notevoli vantaggi, potendo essere realizzato su un banco di laboratorio. Si è deciso di continuare le indagini.

Immunità dei televisori a campi a radio frequenza.

Si è discusso il metodo presentato dalla RAI, che permette di fare la misura in condizioni coincidenti con quelle di reale funzionamento di un televisore, in quanto si usano immagini televisive e non segnali sinusoidali come in altri metodi simili. Unico svantaggio di questo metodo è quello di dover valutare soggettivamente l'entità dell'interferenza che appare sullo schermo, ma l'esperienza ha tuttavia dimostrato che la riproducibilità dei risultati è buona.

Durante le discussioni sono emerse varie proposte per migliorare ulteriormente il metodo della RAI, per cui si prevede di avere nuovi risultati per la prossima riunione.

L'esperto inglese ha presentato, durante la dimostrazione presso il laboratorio della RAI, un dispositivo che permette di misurare, per confronto, l'ampiezza del segnale video mediante un sensore ottico posto davanti allo schermo del televisore. Si avrebbe così il vantaggio di non dover fare collegamenti esterni al televisore, che ne altererebbero sensibilmente l'immunità.

Prossima riunione.

Si è prevista la prossima riunione per gennaio o febbraio 1978, probabilmente a Parigi, per avere la possibilità di una dimostrazione del metodo francese di misura dell'irradiazione al chiuso.

Alla chiusura dei lavori il Presidente ha ringraziato la RAI per l'impeccabile organizzazione della riunione, ed in particolare per le dimostrazioni in laboratorio, per il servizio della mensa e per il pranzo offerto. Lo esperto inglese ha pure ringraziato la RAI per avergli dato possibilità di dimostrazione in laboratorio del funzionamento della sua apparecchiatura.

E. NANO

*

Riunione del 12A/WG6 della IEC (Ricevitori MF stereofonici)

(Amburgo, 20-22 settembre 1977)

Il gruppo di lavoro si è riunito ad Amburgo per discutere la terza bozza del testo (documento di ben 80 pagine) della nuova Pubblicazione 315-4, che deve sostituire la precedente Pubblicazione 91 relativa ai ricevitori a modulazione di frequenza, includendovi anche i ricevitori stereofonici.

E' questa la terza riunione del gruppo di lavoro (la precedente ebbe luogo a Milano nel 1972), avvenuta dopo un lungo periodo di inattività dovuta alle dimissioni del segretario (H. J. van der Heide, olandese). Il nuovo segretario (J. M. Woodgate, inglese), come deciso durante la riunione del SC 12A (Belgrado, novembre 1976), ha preparato la terza bozza partendo dai documenti 12A (Secretariat) 140 e 146, discussi alla riunione di Monaco del SC 12A nel 1973 e rinviati al gruppo di lavoro per troppi commenti nazionali di carattere tecnico.

Alla riunione hanno partecipato esperti dei seguenti Paesi: Francia, Germania Occidentale, Giappone, Italia, Olanda, Regno Unito, Stati Uniti, nonchè il Presidente del SC 12A (A. A. Mills, Svizzera).

I lavori sono durati tre giorni, con due sedute al giorno di circa 4 ore ciascuna, ed hanno avuto luogo alla Anton Philips Haus, Steindamm 94. Questa terza bozza, sostanzialmente diversa dalla precedente, si riferisce ai ricevitori a modulazione di frequenza stereofonici, siano essi comprensivi o no della parte di amplificazione di potenza di bassa frequenza, ma è ovviamente applicabile anche ai ricevitori monofonici. I sistemi stereofonici considerati sono quelli riportati nelle Raccomandazioni del CCIR (cioè a frequenza pilota ed a modulazione polare), mentre il sistema cosiddetto FM/FM sviluppato dagli svedesi e riportato soltanto in un rapporto del CCIR, è stato tolto, decidendo che farà parte di un eventuale supplemento alla Pubblicazione 315-4.

La bozza consiste in sette capitoli, riguardanti rispettivamente le condizioni generali di misura, sensibilità, fedeltà, selettività, interferenza dovuta a sorgenti interne, reiezione delle modulazioni indesiderate, varie.

Fra le varie decisioni prese sono da ricordare le seguenti principali. Si è deciso di mantenere il metodo di misura della sensibilità limitata al guadagno, anche se nei moderni ricevitori essa è limitata generalmente dal rumore. Per quanto riguarda il rumore si è lasciata la scelta, per la misura del rapporto segnale/rumore, di usare il filtro psofometro ed il voltmetro di quasi-picco descritti nella Raccomandazione 468-1 del CCIR, oppure di usare il filtro passa-banda generalmente prescritto per tutte le misure (200 Hz-15 kHz) seguito da un voltmetro a valor medio tarato in termini di valor efficace per onda sinusoidale, come prescritto nelle norme americane IEEE-STD 185-1975.

Per i ricevitori portatili con antenna telescopica è stata prescritta una speciale rete equivalente d'antenna per il collegamento al generatore.

E' stato tolto il metodo oscilloscopico di misura della soppressione della modulazione d'ampiezza, perchè troppo poco sensibile per i moderni ricevitori.

Circa le misure della selettività sono stati introdotti tre sistemi, rispettivamente ad uno, due e tre segnali, ma non si è giunti ad un completo accordo. Si è pertanto stabilito di prendere una decisione in base ai futuri commenti nazionali. Poichè, tranne qualche punto lasciato in sospeso, si è raggiunto un buon accordo sulla quasi totalità del testo, si è deciso che la bozza verrà pubblicata quale documento « Secretariat » e distribuito a tutti i Comitati Nazionali per gli eventuali commenti ed osservazioni.

E. NANO

Necrologi

Il giorno 19 settembre 1977 è mancato il nostro socio

Ing. HANS WOLF STAWSKI

Nato a Berlino, il 21 settembre 1906, aveva frequentato il Politecnico di quella città dove si era laureato nel luglio 1929.

Dal settembre 1929 al dicembre 1931 fu impiegato presso la AEG come ingegnere di laboratorio. Perso il posto per causa della crisi era tornato agli studi universitari, sempre al Politecnico di Berlino, dove aveva conseguito il dottorato.

Emigrato in Italia (in seguito alle leggi razziali), dal gennaio 1936 al luglio 1938 fu capo di laboratorio presso la ditta Industria Triestina Prodotti Scientifici, Trieste, e passò poi alla SECI di Milano quando la sua ditta ne venne assorbita; qui rimase fino al giugno 1941, quando venne internato in seguito alle leggi razziali italiane.

Nel dicembre 1943 fuggì in Svizzera con moglie e bambini.

Ritornato in Italia nel settembre 1945, e impossibilitato a trovare un impiego nell'industria, ebbe una attività come ingegnere consulente.

Dopo cinque anni di questa attività, fu per quattro anni alle dipendenze della MIAL, Milano.

Dal 1° gennaio 1955 fino al 31 dicembre 1971 fu poi alle dipendenze della ditta CREAS (poi Sprague-Creas) come Capo Laboratorio con la qualifica di Dirigente. Lasciò l'attività per raggiunti limiti di età.

Nell'aprile 1950 gli fu assegnato dall'AEI il Premio Bosone per il biennio 1947-1948 « ex aequo » con Adriano Pascucci.

Ebbe una notevole attività normativa:

— Segretario del Technical Committee 52 « Printed circuits » della International Electrotechnical Commission fin dalla sua costituzione avvenuta nel 1960.

— Segretario del Comitato Tecnico 52 « Circuiti stampati » del CEI dalla costituzione, avvenuta nel 1960.

— Presidente del Comitato Tecnico 51 « Materiali ferro-magnetici per apparecchiature elettroniche » fino al 1971.

Lascia molto rimpianto nella famiglia dell'AEI, di cui era socio dal 1937, per le sue vaste conoscenze e la sua grande gentilezza.

*

Il 10 ottobre 1977 è morto a Milano il nostro Socio

Prof. Ing. MAURIZIO FEDERICI

Nato a Bracciano il 2/6/1904, aveva conseguito la laurea in Ingegneria elettrotecnica presso l'Università di Roma nel 1925 col massimo dei voti e la lode.

Nel 1928 aveva ottenuta una borsa di studio per un corso di Specializzazione in Comunicazioni Elettriche presso l'Harward University, conseguendo il grado di Master of Sciences. Dal 1929 al 1931 aveva poi lavorato presso la Telegraph Telephone Co. di New York e Londra.

Tornato in Italia, è dal 1931 al 1939 Direttore Studi ed Esperienze della SAFAR e, nel 1948, consegue la Libera Docenza in Comunicazioni elettriche. Dal 1952 al 1954 passa alla Marconi come Direttore Tecnico.

Nel 1956 viene nominato membro dell'Institute of Engineers; nel 1961 è Fellow della Acoustical Society of America e nel 1962 rappresenta l'Italia presso il Comitato Scientifico del SACLANT ASW Research Center di La Spezia.

Nel 1963 gli è conferito il titolo di Commendatore e nel 1965 di Grande Ufficiale dell'Ordine della Repubblica Italiana, per la Sua attività che onora l'Italia all'estero.

Nel 1967 è nominato Professore straordinario di Comunicazioni Elettriche nella Facoltà di Ingegneria della Università di Genova e quindi ordinario tre anni dopo.

Nella Sua molteplice attività è stato anche Consulente delle Ditte LESA, ARS, ARCIONI, MAGNETI MARELLI, OFFICINE GALILEO e, dal 1950 al 1977, dell'USEA ed ha pubblicato 40 memorie scientifiche o tecniche e conseguito 30 brevetti per applicazioni industriali.

Lascia grande rimpianto fra amici ed estimatori.

Autorizz. Tribunale di Milano 28 *agosto* 1948, *N.* 395 *del Registro*
Direttore responsabile: Dott. Giovanni Ricca
Proprietario: Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana

Stampa: Arti Grafiche Stefano Pinelli - Via Farneti, 8 20129 Milano.
Finito di stampare nel mese di Dicembre 1977.